

**ESTUDI INUNDABILITAT HIDROLÒGIC I DE
INUNDABILITAT DE LA CONCA DEL TORRENT
DE L'ESCLETXA**

**T.M. SANT FELIU DE CODINES (VALLÉS
ORIENTAL)**

ÍNDEX

INTRODUCCIÓ	3
SITUACIÓ I EMPLAÇAMENT	3
DADES DE PARTIDA I BIBLIOGRAFIA	4
OBJECTIU I METODOLOGIA	5
Estudi hidrològic	5
Estudi hidràulic	6
Proposta d'actuacions	6
CONTEXT HIDROLÒGIC	6
DESCRIPCIÓ DE L'ÀMBIT D'ESTUDI	7
ESTUDI HIDROLÒGIC	26
Introducció	26
Metodologia	26
Morfologia	26
Temps de concentració	28
Precipitació d'estudi	29
ESTIMACIÓ CAPACITAT HIDRÀULICA DE LA GALERIA	31
MODEL HIDRÀULIC DE LA CONCA DEL TORRENT DE L'ESCLETXA	34
Introducció	34
Definició geomètrica del model hidràulic en situació actual	34
Caracterització del terreny. Infiltració	39
Caracterització del terreny. Coeficients de Manning	43
Condicions de contorn	45
Discretització computacional	47
DIAGNOSI D'INUNDABILITAT	48

Introducció.....	48
Comportament del flux	48
Anàlisi hidràulic del fenomen d'inundació. Perillositat i risc.....	51
PROPOSTA D'ACTUACIONS	59
SUDS a parcel·la municipal de la Ronda dels Esports.....	59
Tancament estanc finca carrers Osona i Consell de Cent	61
Millora gestió d'escorrentius a la Plaça de l'Escletxa.....	62
Interceptors transversals i xarxa evacuació	64
Sistema de infiltració/retenció/laminació a la Plaça Josep Umbert Ventura.	64
Estanqueïtat de finestrons baixos a la Plaça Josep Umbert Ventura.	66
Senyalitzacions d'advertiment de perillositat i risc	66
Tasques de manteniment a la galeria.....	67
Retirada d'elements encallats.....	67
Recol·locació de reixa de desbast	67
Restitució de peu de parament vertical.....	68
Sanejat puntual de paraments i revestiments.....	68
Campanyes de revisió i manteniment	69
Informació i alertes	69
CONCLUSIONS	71

INTRODUCCIÓ

El present document exposa l'estudi hidrològic i de riscos d'inundabilitat de l'àmbit del Torrent de l'Escletxa a Sant Feliu de Codines, comarca del Vallés Oriental.

SITUACIÓ I EMPLAÇAMENT

Sant Feliu de Codines és un municipi que se situa al vèrtex nord oest de la comarca del Vallés Oriental.

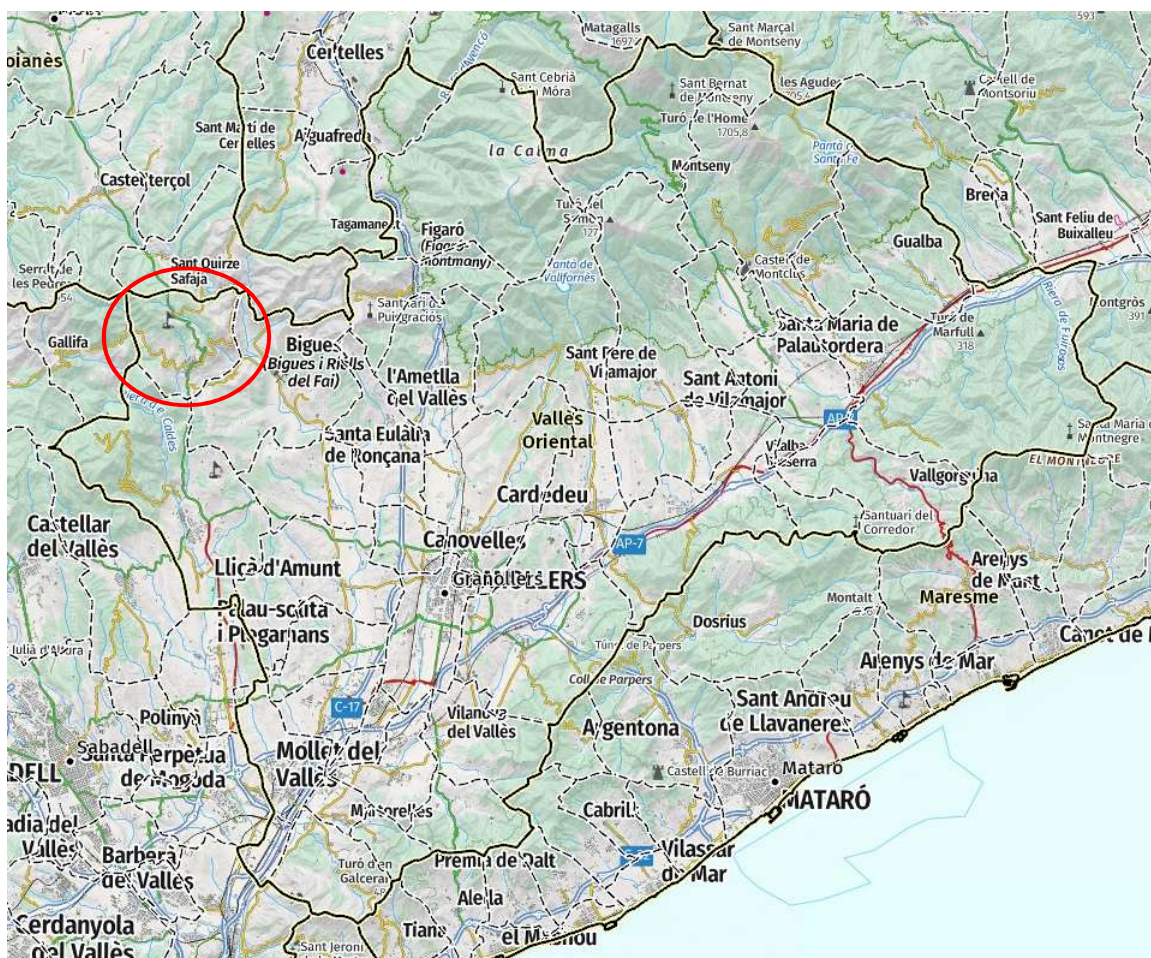


Figura 1. Situació del municipi (Font: ICGC)

Al centre del municipi es troba el nucli urbà de Sant Feliu de Codines, i al centre del mateix es troba el Torrent de l'Escletxa.

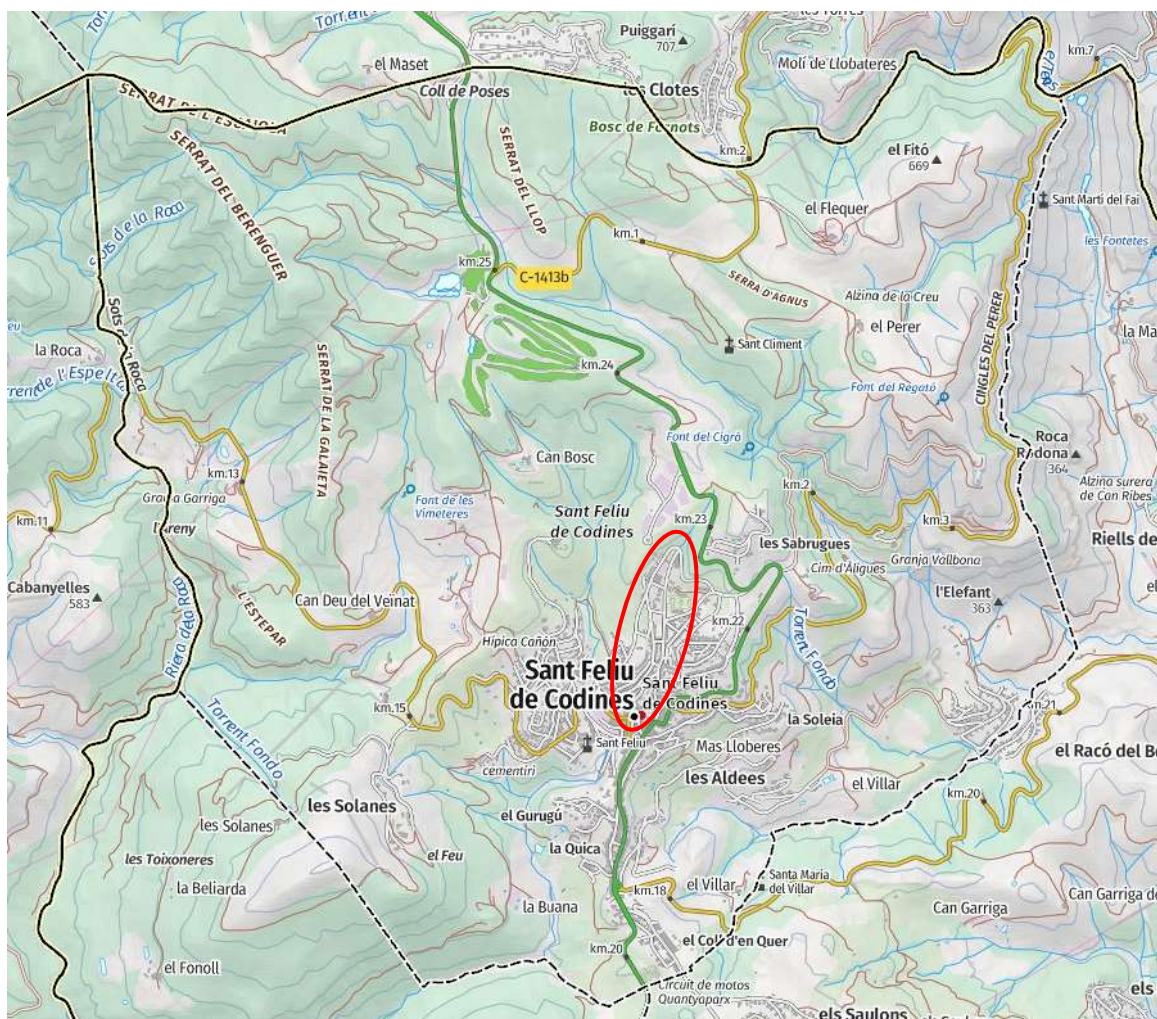


Figura 2. Emplaçament de la zona estudi (Font: ICGC)

DADES DE PARTIDA I BIBLIOGRAFIA

Per al desenvolupament del present estudi s'han pres com a referència les següents dades, fonts d'informació i bibliografia:

- Diputació de Barcelona:
 - Cartografia urbana 3D a escala 1:1000.
- Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya:
 - Model Digital d'Elevacions del Terreny de 2m de resolució; fulls 289-111 i 289-112.
 - Mapa de Cobertes de Sòl 2019-2022.
- Agència Catalana de l'Aigua:
 - *Guia tècnica. Recomanacions tècniques per als estudis d'inundabilitat d'àmbit local;* març 2003.

- Servei Meteorològic de Catalunya:
 - o Corbes IDF de St. Feliu de Codines
 - o Hipermapes de Precipitació Màxima esperada en 24h
- *Pla Director de Clavegueram (CIAE Ingenieros, novembre 2020)*
- *Projecte Urbanització Plaça de l'Escletxa (Antoni Fierro, juny 2018)*
- *Projecte Urbanització Parcial Avinguda Generalitat entre Plaça Josep Umbert Ventura i Passatge Nubiola (Antoni Fierro, març 2017)*
- *Projecte Urbanització UA 6.2 Les Escoles (GERC INATUR, novembre 2007)*
- *Hidrología Urbana (Manuel Gómez Valentín, novembre 2007)*
- *Guía Metodológica para el Desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables.*
- *Inundaciones urbanas: criterios de peligrosidad y evaluación del riesgo para peatones y vehiculo. Tesi per al Grau de Doctor en Enginyeria Civil, Eduardo Martínez Gomariz, setembre 2016.*

OBJECTIU I METODOLOGIA

El present estudi té per objecte efectuar un estudi hidrològic de detall de la conca del Torrent de l'Escletxa en l'àmbit del nucli urbà de Sant Feliu de Codines, i analitzar els riscos d'inundabilitat de la població associats a la conca per a caracteritzar els possibles fenòmens d'inundació que puguin esdevenir-se i plantejar propostes de mesures o d'actuacions de defensa, protecció o reducció d'aquests riscos identificats.

Per efectuar aquest anàlisi és necessària la realització d'estudis hidrològics i hidràulics. Aquests es duran a terme prenent com a referència l'escenari de 10 anys de període de retorn (escenari d'alta freqüència i període de retorn de disseny de les xarxes de sanejament).

Estudi hidrològic

L'objectiu principal de l'anàlisi hidrològic és efectuar una caracterització de la hidrologia de la conca del Torrent de l'Escletxa associada al nucli urbà de Sant Feliu de Codines: identificació i delimitació de conques i/o subconques d'escorrentiu, caracterització hidromorfològica de les mateixes i definició de precipitació de disseny en forma de hietogrames.

Estudi hidràulic

A partir dels resultats obtinguts de l'estudi hidrològic, es durà a terme un estudi hidràulic mitjançant una modelització bidimensional del conjunt de la conca del Torrent de l'Escletxa associada al nucli urbà de Sant Feliu de Codines emprant el programa HEC-RAS 6.6, que permet discretitzar l'àmbit de l'estudi en una malla computacional bidimensional de càlcul, formada per elements poligonals als que s'assignen diferents variables pel càlcul.

Un cop delimitats els límits d'aplicació del model hidràulic 2D, es necessita informació sobre la geometria del terreny, existència d'elements físics, característiques de la cobertura del terreny (coeficients de rugositat) i els resultats de l'estudi hidrològic per a cada període de retorn en estudi.

La informació geomètrica del terreny s'obté a partir d'un Model Digital de Terreny que es genera a partir de la cartografia 1:1.000 de detall de la Diputació de Barcelona.

Cal definir unes condicions inicials i de contorn, és a dir d'entrada i de sortida del model hidràulic. Les condicions de contorn d'entrada venen condicionades pels resultats de l'estudi hidrològic i consistiran en hietogrames de precipitació.

En les simulacions hidràuliques també cal considerar l'efecte d'elements físics i d'edificacions o construccions existents. Aquesta informació s'obté de dades de camp i de la cartografia i s'introdueix en els models, per tal que el càlcul reflecteixi el seu efecte en l'evolució del comportament del flux superficial.

S'efectuarà un anàlisi hidràulic i d'afectació dels fenòmens d'inundació del flux superficial en situació actual que permetrà identificar aquelles zones on es poden donar situacions d'alt risc per les característiques del flux superficial (calats i velocitats).

Proposta d'actuacions

Com a etapa final, i en base als resultats de l'estudi hidràulic es realitzaran propostes d'actuacions o de mesures a implementar per a reduir els nivells de risc identificats en l'estudi hidràulic.

CONTEXT HIDROLÒGIC

El municipi de Sant Feliu de Codines es caracteritza per disposar de dues vessants principals amb una divisòria de vessants que creua el municipi de nord oest cap a sud est. La vessant nord est mena cap al Riu Tenes mentre que la vessant sud oest mena cap a la capçalera de la Riera de Caldes.

La població de Sant Feliu de Codines s'ubica en aquesta segona vessant sud oest. La major part del poble se situa en l'àmbit del Torrent de l'Escletxa, mentre que els sectors més occidentals de la

població (Sant Domingo, l'Hospital i La Sagrera) es troben en els dominis del Torrent de Can Bosc, al qual s'hi incorpora el Torrent de l'Escletxa pel seu marge esquerre, a l'alçada del Centre Cívic La Fonteta.



Figura 3. Context hidrològic de la població

DESCRIPCIÓ DE L'ÀMBIT D'ESTUDI

El Torrent de l'Escletxa neix a la vessant entre el Pla de la Costa i les Sabrugues, just al nord de l'Escola Jaume Balmes i del Pavelló Municipal.

La imatge del vol americà de 1946 permet distingir el traçat original del torrent, que passava pel mig del poble.



Figura 4. Imatge vol americà 1946. (Font: ICGC)

El torrent, amb el pas del temps, s'ha anat canalitzant de manera soterrada a mida que el poble s'anava estenent pel territori. De fet a la següent imatge de la plaça de l'Escletxa del 1915 el torrent com a tal ja no es distingeix i s'intueix el salt existent.



Figura 5. Imatge comparativa Plaça Escletxa (Font: fotosdecatalunya.cat)

A l'actualitat, el torrent natural com a tal no s'identifica en superfície ja que el seu eix hidrogràfic de seguida queda ocupat per l'entramat urbà i es desenvolupa canalitzat i soterrat per sota dels carrers Avinguda de les Escoles, plaça de l'Escletxa, Avinguda de la Generalitat, plaça Josep Umbert Ventura, carrer Travessia, carrer Dr. Antoni Reig i carrer dels Segadors, punt en el qual finalitza la canalització soterrada i el torrent emergeix de nou a l'aire lliure per abocar al Torrent de Can Bosc.

Per tant, es tracta doncs d'un curs d'aigua completament antropitzat i canalitzat. Les seves característiques s'han obtingut tant de visites de camp efectuades com de bibliografia de referència. Tota aquesta informació recopilada és la que s'exposa en endavant.

Com s'ha esmentat anteriorment, el Torrent de l'Escletxa neix a la vessant entre el Pla de la Costa i les Sabrugues, just al nord de l'Escola Jaume Balmes i del Pavelló Municipal.



Figura 6. Imatge del vessant inicial del Torrent de l'Escletxa (Font: Google Earth)

En la visita de camp efectuada, no es va identificar en aquesta vessant (d'uns 300 m de longitud) la presència física d'una curs d'aigua natural. A més, la parcel·la municipal existent al carrer de la Ronda dels Esports es troba tancada i no s'hi va poder accedir, tot i que les observacions efectuades des de terrenys a tocar de la mateixa tampoc van permetre identificar un curs d'aigua ni cap inici o embocadura d'entrada a la galeria.



Figura 7. Finca inaccessible a la Ronda dels Esports (Font: Google Street View)

- *Pla Director de Clavegueram (CIAE Ingenieros, novembre 2020)*
- *Projecte Urbanització Plaça de l'Escletxa (Antoni Fierro, juny 2018)*
- *Projecte Urbanització Parcial Avinguda Generalitat entre Plaça Josep Umbert Ventura i Passatge Nubiola (Antoni Fierro, març 2017)*
- *Projecte Urbanització UA 6.2 Les Escoles (GERC INATUR, novembre 2007)*

Segons la informació procedent del *Pla Director de Clavegueram*, a la confluència de la Ronda dels Esports amb l'Avinguda de les Escoles s'inicia la canalització soterrada del torrent. En un primer terme, al llarg d'uns 200 m, presenta seccions variables (diàmetre 1000 mm, galeria de 1000 x 800 mm i diàmetre 800 mm) fins a l'alçada del camp de futbol.

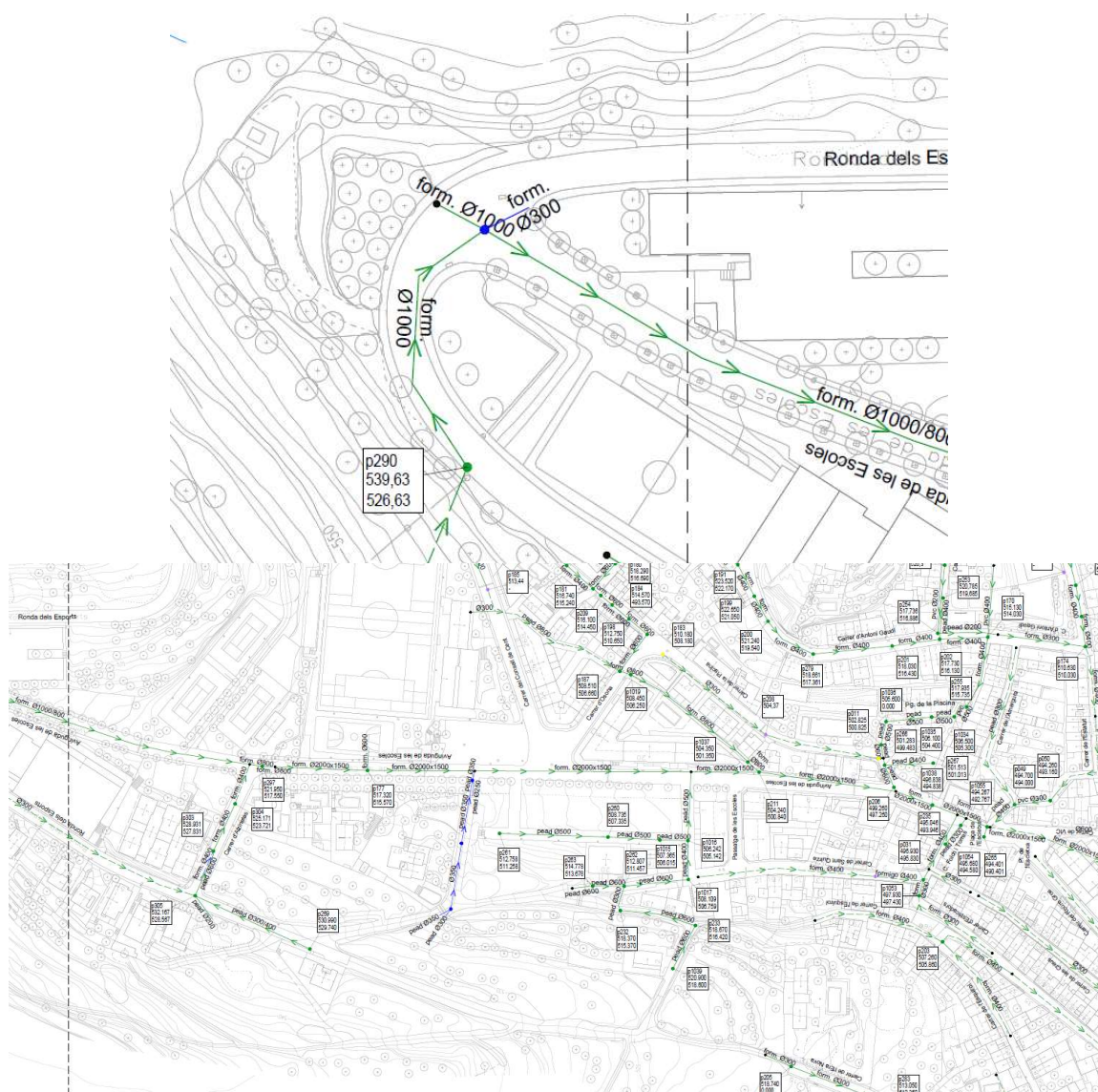


Figura 8. Inventari xarxa existent (Font: Pla Director)

A partir d'aquest punt, el Pla Director indica que la canalització passa a ser amb galeria de 2000 x 1500 mm de secció, i segueix amb aquesta secció fins a la desembocadura al Torrent de Can Bosc, a l'alçada del Centre Cívic La Fonteta.

S'ha consultat el *Projecte Urbanització UA 6.2 Les Escoles*, especialment la memòria, l'annex de sanejament i els plànols. No se'n fa menció explícita d'aquesta canalització soterrada. Només s'indica que hi ha una canalització existent i per sobre de la qual es proposa una nova conducció de sanejament unitària i que a l'alçada del camp de futbol (just en el mateix punt que s'indica en el Pla Director) un pou comunica amb claveguera soterrada existent (la galeria del torrent) de 2 metres d'amplada i 2'60 m d'alçada amb clau de volta. El projecte d'urbanització acaba a l'alçada del Passatge Escoles.

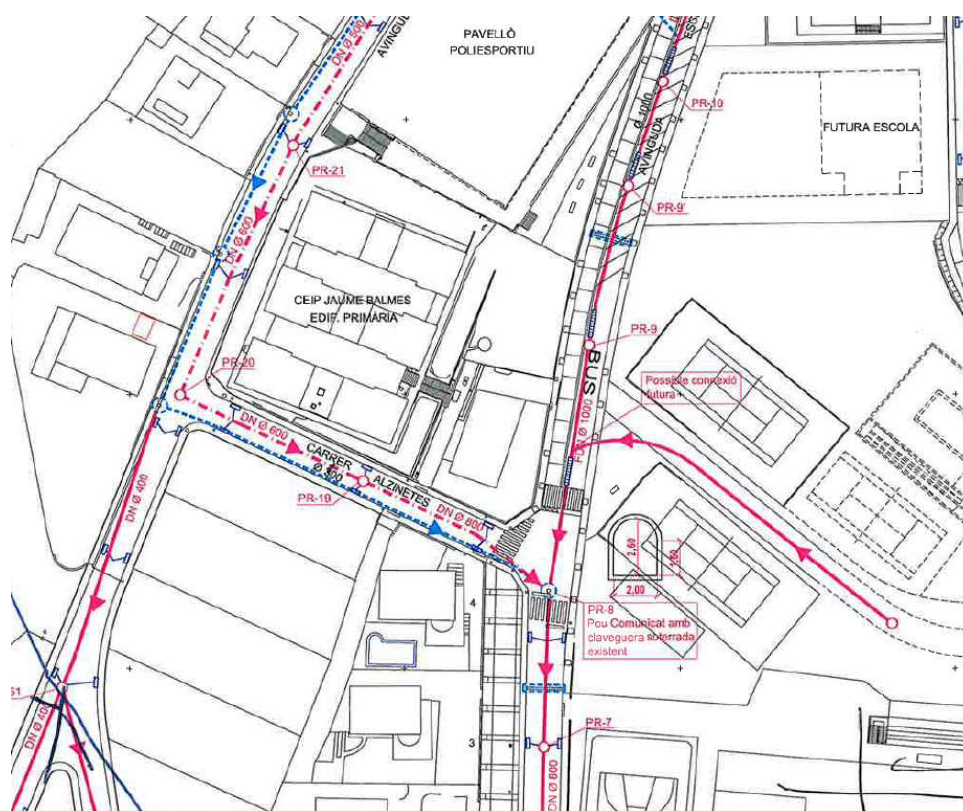


Figura 9. Informació gràfica de xarxa de sanejament (Font: *Projecte Urbanització UA 6.2 Les Escoles*)

En la visita de camp efectuada s'ha comprovat l'existència dels elements de sanejament indicats en aquest projecte, especialment reixes transversals i pous, però no les reixes longitudinals projectades.



Figura 10. Reixa transversal existent, entre els pous PR-9 i PR9' del Projecte Urbanització UA 6.2 Les Escoles, però no es detecta la presència del pou PR-9 ni de la reixa longitudinal associada que estableix el projecte (veure Figura 9)

Seguint en direcció Sud, s'ha disposat del *Projecte Urbanització Plaça de l'Escletxa*, des de una mica més amunt del carrer Piscina fins a la pròpia plaça. En aquest projecte sí es fa esment a la canalització soterrada de la riera amb un calaix de formigó de 3 m de base i 1'2 m d'alçada que funciona com a element de la xarxa unitària. En el projecte es preveia el reforç de l'estructura superior de la canalització.

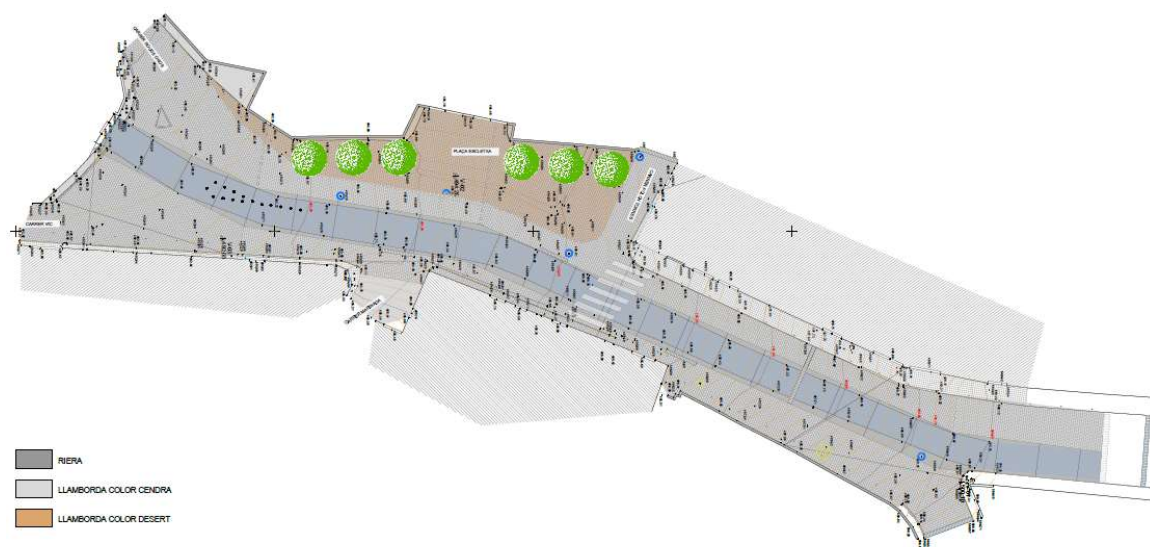


Figura 11. Plànol en planta (Font: Projecte Urbanització Plaça de l'Escletxa)

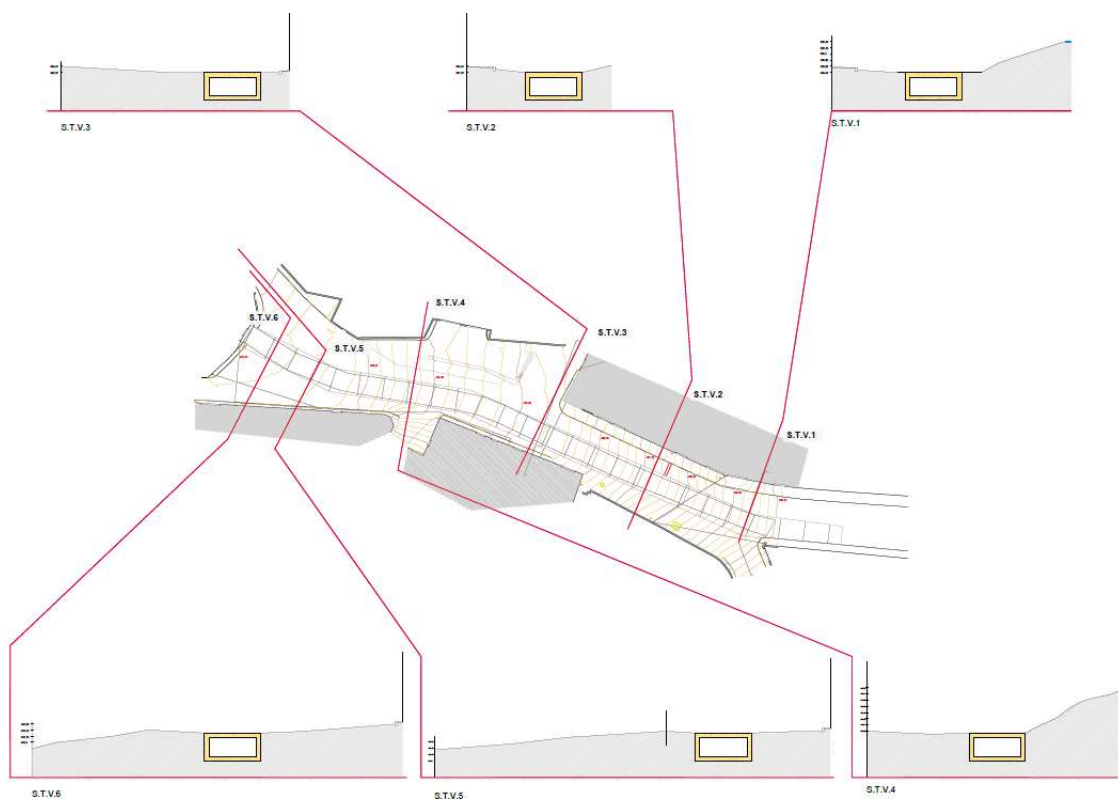


Figura 12. Seccions transversals (Font: Projecte Urbanització Plaça de l'Escletxa)

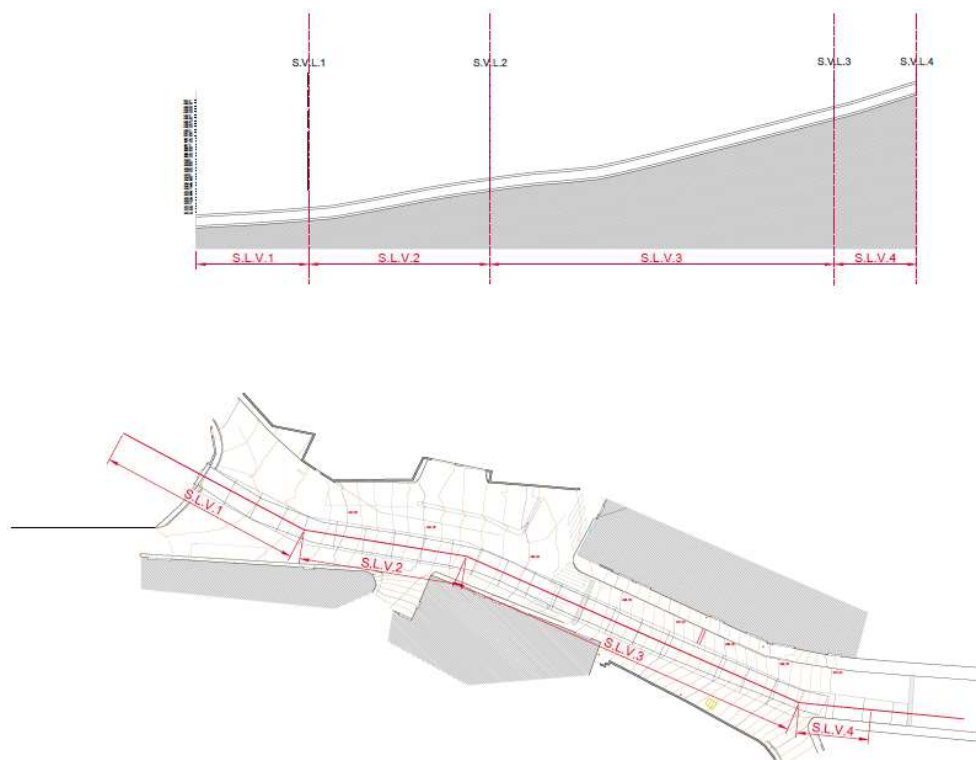


Figura 13. Perfil longitudinal (Font: Projecte Urbanització Plaça de l'Escletxa)

El punt final d'aquest tram d'uns 100 m de longitud es troba un salt conformat per una cambra de grans dimensions a la qual hi arriben la canalització del torrent, conduccions de la xarxa de sanejament municipal i, a través d'una obertura en forma de bústia sota l'estació transformadora, els esorrentius superficial de la nova Plaça de l'Escletxa.



Figura 14. Bústia de captació d'esorrentius superficials sota l'E.T.

Des d'aquest punt cap a aigües avall s'ha tingut constància de l'existència i estat de la canalització soterrada del torrent gràcies a la visita in situ efectuada, i que s'anirà descrivint a continuació des de la pròpia cambra cap a aigües avall. En primer terme es va observar la cambra, de molta alçada, el que comporta que l'aigua conformi una cascada.

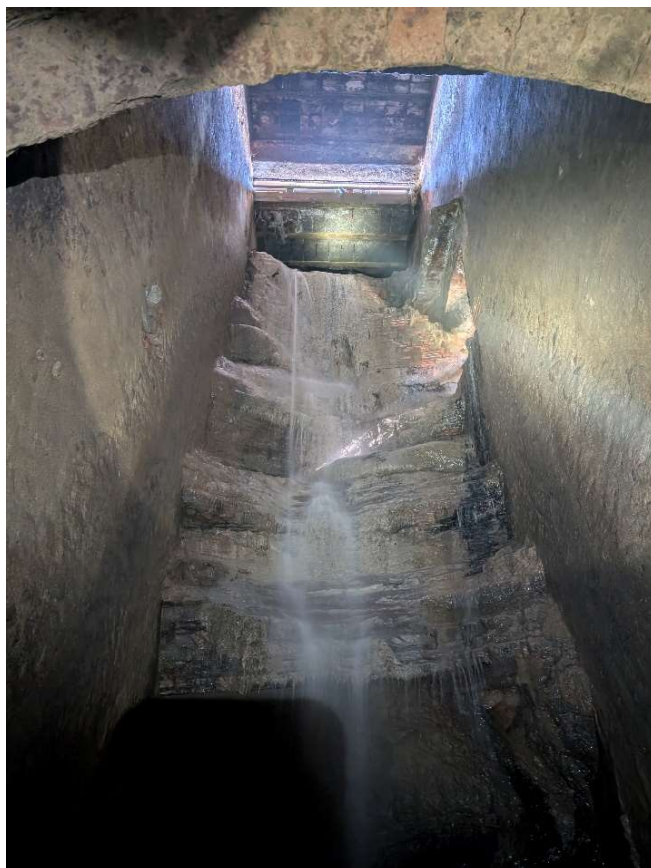


Figura 15. Salt d'aigua d'arribada a la cambra. S'hi identifica la bústia de captació i el calaix sota la Plaça de l'Escletxa.

La cambra desaigua a la galeria. Al seu inici es va identificar una reixa de desbast que a l'actualitat es troba inoperativa ja que s'ha desencaixat de la seva posició.



Figura 16. Inici de la galeria i reixa de desbast desencanaixada.

A partir d'aquí, es desenvolupa la galeria, amb una secció en arc de volta de major o menor amplada i alçada en funció del tram que es recorre. El que sí que és manté en tot el tram de galeria és la solera de roca natural. A banda i banda, a mida que es va avançant per la galeria, es troben els abocaments de la xarxa de sanejament dels carrers transversals al traçat de la mateixa i alguna branca encallada que hi ha arribat arrossegada per algun episodi de pluges.

El primer tram de la galeria presenta secció de mitja volta revestida de mamposteria, amb una secció aproximada de 2 m d'alçada i 1'5 m d'amplada.

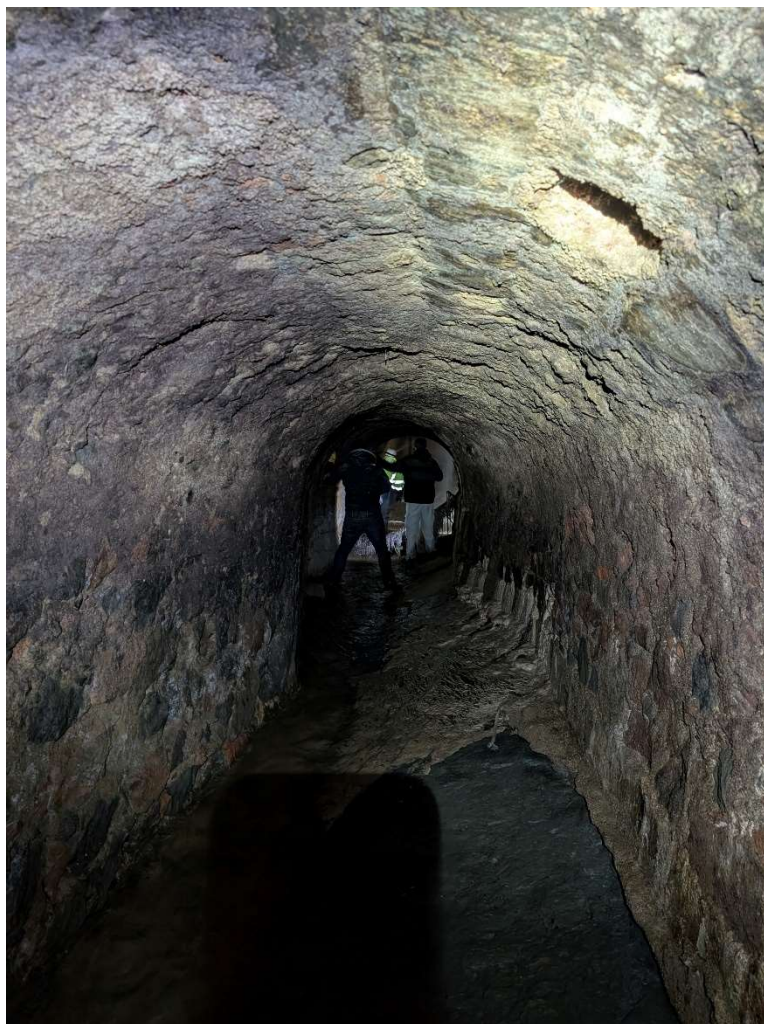


Figura 17. Primer tram de galeria mirant cap a aigües amunt (al fons hi ha la cambra).

Aquesta secció es desenvolupa al llarg d'uns metres fins que la galeria passa per sota de l'antiga fàbrica. En aquest tram, la secció es redueix en alçada i amplada amb un revestiment de pedres.

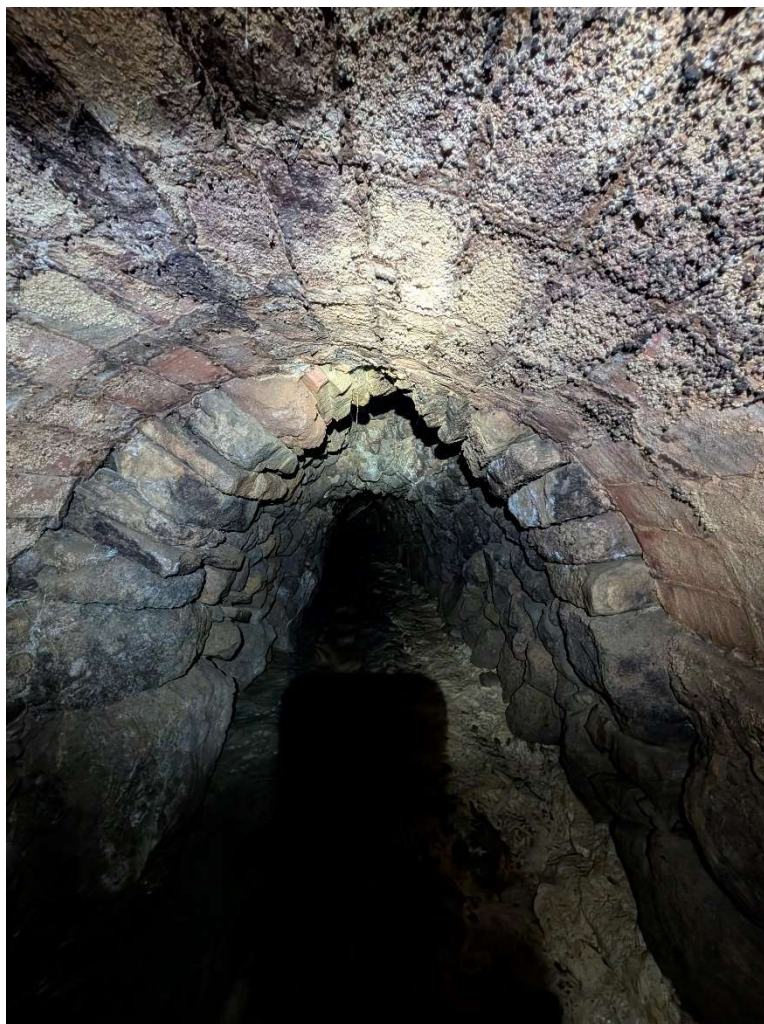


Figura 18. Canvi de secció a l'arribar a l'antiga fàbrica, mirant cap a aigües avall.

Un cop deixada enrere l'antiga fàbrica, es recupera la secció de mitja volta de mamposteria de 2m d'alçada i 1'60 m d'amplada aproximadament, i hi ha un primer salt, que es trobaria a l'inici de l'Avinguda Generalitat (que ara és un solar destinat a aparcament).

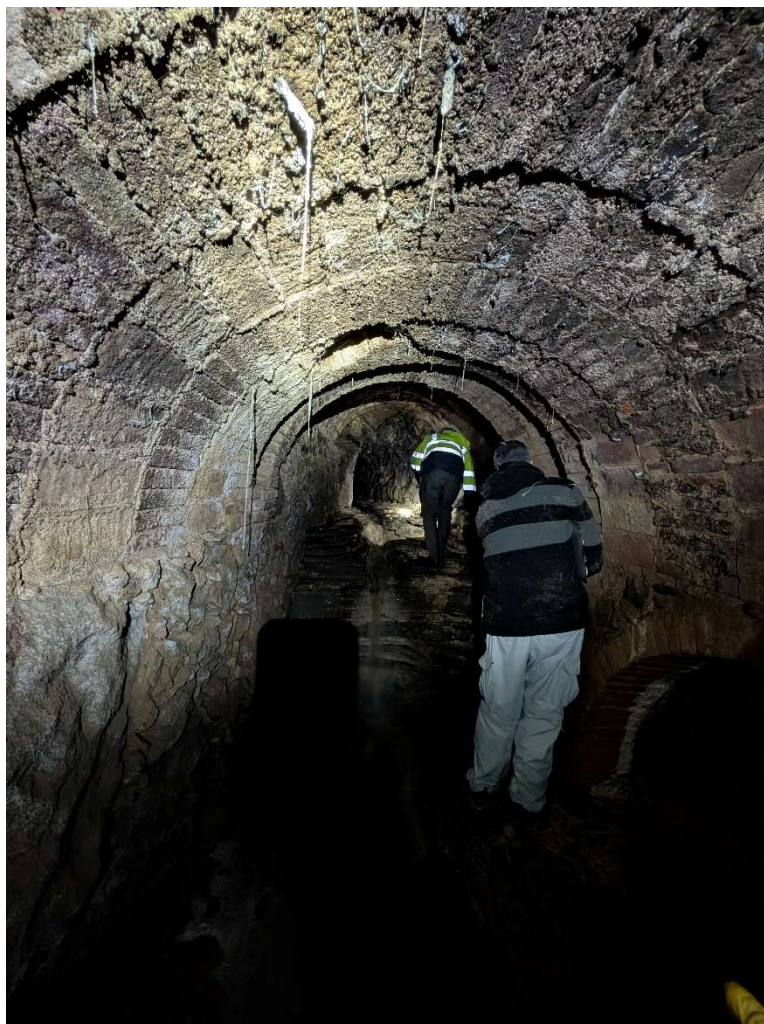


Figura 19. Primer salt a la galeria inspeccionada mirant cap a aigües amunt (al fons el tram de galeria sota l'antiga fàbrica).

Quan es deixa enrere el solar que ara s'utilitza com a aparcament a cel obert, a l'Avinguda de la Generalitat, la galeria gira uns 45° cap al sud i segueix amb la secció de mitja volta i revestiment de mamposteria.



Figura 20. Tram galeria sota Avinguda Generalitat mirant cap a aigües avall (al fons es distingeix la claror del registre d'accés a la galeria).

A l'alçada de l'entrada de l'aparcament municipal de l'Avinguda Generalitat hi ha un registre pel qual s'ha accedit a la galeria. En aquest tram la secció és en clau de volta amb 1'6 m d'alçada i 1'6 m d'amplada revestida de mamposteria.

Quan el traçat de la galeria arriba sota la reixa de captació de la plaça Josep Umbert Ventura, la galeria fa un salt, amb el que la secció s'amplia en alçada i en amplada.



Figura 21. Salt mirant cap a aigües avall a l'alçada de la reixa de captació de la plaça.

Després d'aquest salt la galeria va girant cap al sud oest i es va fent més baixa i més estreta, canviant a un revestiment de pedra fins a arribar a un altre salt, a l'alçada de la intersecció entre el carrer Dr. Miquel Vila i el carrer Rocafort.



Figura 22. Salt mirant cap a aigües amunt a l'alçada de la intersecció entre el carrer Dr. Miquel Vila i el carrer Rocafort.

A partir d'aquest salt el traçat gira cap a l'oest per a desenvolupar-se pel carrer Mossèn Josep Rossell amb secció excavada a la roca i d'arc de mitja volta revestida de mamposteria, amb una alçada de 2'50 m i amplada de 2'60 m.



Figura 23. Galeria sota carrer Mossèn Josep Rossell mirant cap a aigües avall.

Aquest tram de galeria és el que mena ja directament cap a la seva desembocadura a cel obert al Torrent de Can Bosc.



Figura 24. Tram final de galeria excavada a la roca i volta de mamposteria, per sota del Centre Cívic.

De la visita efectuada es conclou que la galeria es troba en bon estat i és funcional, sense haver-se identificat despreniments del revestiment, amb alguns trams amb calcificació tant de la roca que hi aflora com del propi revestiment.

Sí que seria convenient extreure les restes encallades i tornar a col·locar la reixa de desbast a la sortida de la cambra.

ESTUDI HIDROLÒGIC

Introducció

En el present apartat s'exposa l'estudi hidrològic dut a terme per a caracteritzar la hidrologia de la conca del Torrent de l'Escletxa associada al nucli urbà de Sant Feliu de Codines.

Metodologia

L'estudi hidrològic consistirà en identificació i delimitació de conques i/o subconques d'escorrentiu, caracterització hidromorfològica de les mateixes i definició de precipitació de disseny en forma de hietograma.

Morfologia

Per a la definició morfològica es parteix d'un model digital d'elevacions del terreny generat a partir de la cartografia municipal a escala 1:1000 la qual abasta tota l'extensió de la conca del torrent de l'Escletxa.

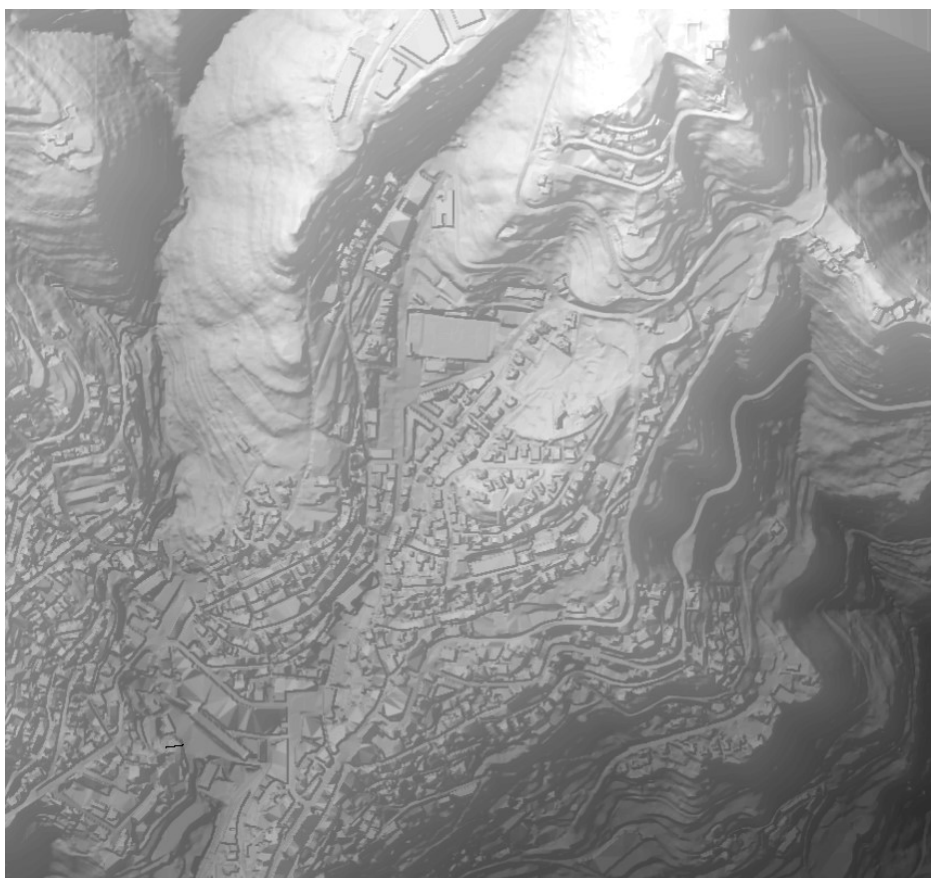


Figura 25. Model Digital Elevacions a partir de cartografia 1:1000.

Aquest terreny s'ha analitzat amb el software de modelització hidrològica HEC-HMS 4.12, i amb el qual s'han generat els diferents eixos d'escorrentiu i obtingudes les subconques que conformen el sistema hidrològic del Torrent de l'Escletxa, des de capçalera fins al punt d'abocament al Torrent de Can Bosc.

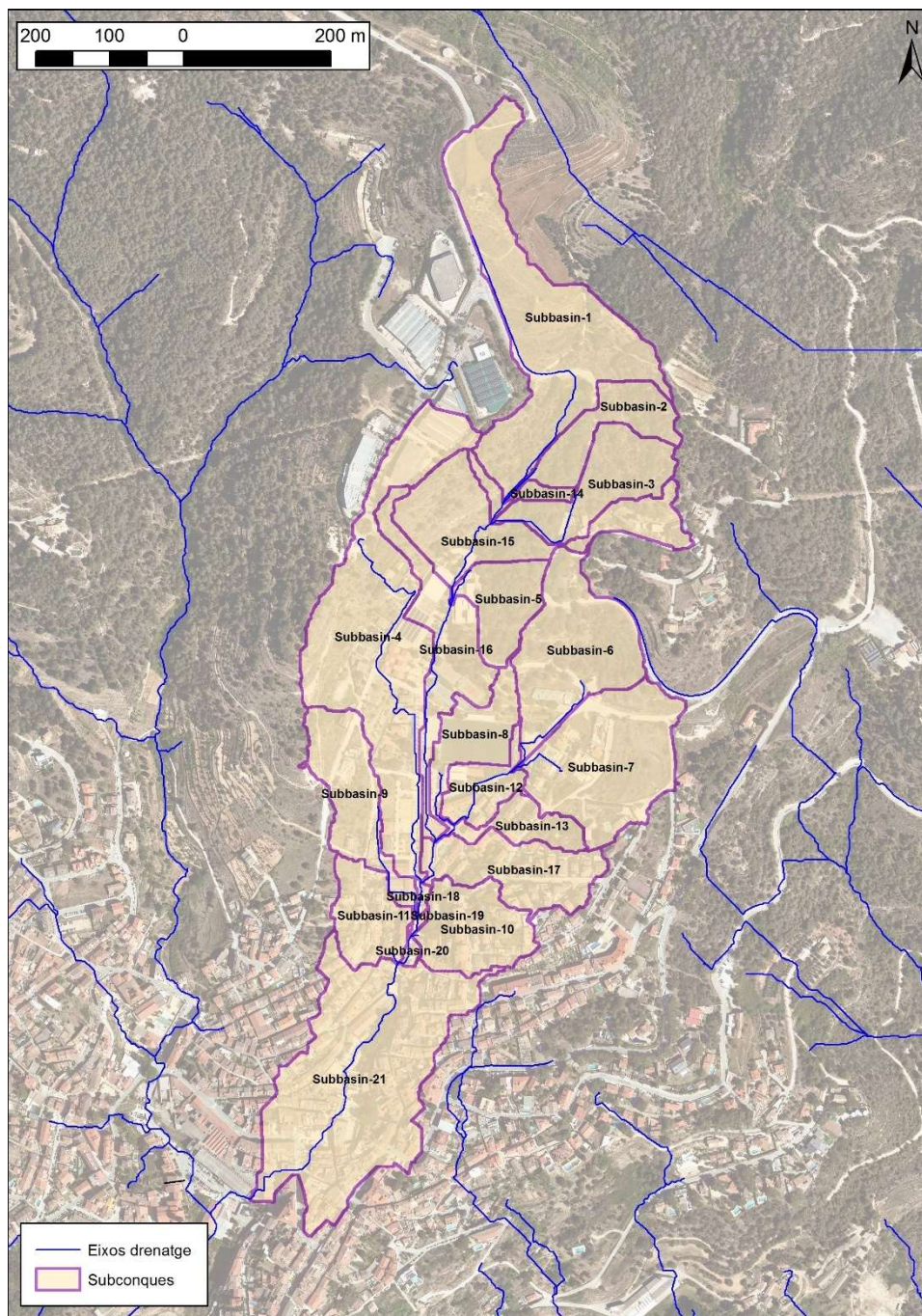


Figura 26. Subconques urbanes del Torrent de l'Escletxa.

En resulten un total de 21 subconques que disposen de les següents característiques morfològiques.

Subconca	Area (km ²)	L (m)	Pendent (%)
Subbasin-1	0.051	0.78018	8%
Subbasin-2	0.0125	0.34466	16%
Subbasin-3	0.0167	0.39021	15%
Subbasin-4	0.0572	0.95328	8%
Subbasin-5	0.0115	0.28206	11%
Subbasin-6	0.0281	0.50238	12%
Subbasin-7	0.032	0.32682	11%
Subbasin-8	0.0117	0.40699	11%
Subbasin-9	0.0173	0.40619	11%
Subbasin-10	0.0158	0.28874	14%
Subbasin-11	0.0116	0.20921	14%
Subbasin-12	0.0079	0.21594	8%
Subbasin-13	0.0072	0.28801	14%
Subbasin-14	0.0033	0.1428	20%
Subbasin-15	0.0265	0.50857	13%
Subbasin-16	0.0195	0.57733	13%
Subbasin-17	0.0179	0.36611	10%
Subbasin-18	0.0007	0.06071	5%
Subbasin-19	0.0004	0.04944	8%
Subbasin-20	0.0008	0.08179	9%
Subbasin-21	0.0641	0.6331	10%

Temps de concentració

Per a cadascuna d'aquestes conques es troba el seu temps de concentració. Aquest paràmetre s'ha calculat seguint els criteris de la Guia tècnica. Recomanacions tècniques per als estudis d'inundabilitat d'àmbit local de l'Agència Catalana de l'Aigua. La Guia distingeix tres tipus de temps de concentració en funció del grau d'urbanització i de les característiques del curs principal.

- (a) Conques rurals, amb un grau d'urbanització no superior al 4 % de l'àrea de la conca.

$$T_c = 0,3 \cdot \left(\frac{L}{j^{0,25}} \right)^{0,76} \quad (2.3)$$

- (b) Conques urbanitzades, amb un grau d'urbanització superior al 4 % de l'àrea de la conca i amb urbanitzacions independents que tinguin un clavegueram de pluvials no unificat o complet.

$$T_c = \frac{1}{1 + \sqrt{\mu(2 - \mu)}} \cdot 0,3 \cdot \left(\frac{L}{j^{0,25}} \right)^{0,76} \quad (2.4)$$

- (c) Conques urbanes, amb un grau d'urbanització superior al 4 % de l'àrea de la conca amb clavegueram complet i curs principal canalitzat, impermeable i de petita rugositat.

Sent L la longitud del curs principal en km, j la pendent en m/m i μ el grau d'urbanització. Els temps de concentració obtinguts segons aquest criteri per a cada subconca són els següents.

Subconca	Grau urb	Tipus	Temez	Tc (h)	Tc (min)
Subbasin-1	3%	Natural	I	0.40	23.9
Subbasin-2	5%	Urbanitzada	II	0.14	8.6
Subbasin-3	5%	Urbanitzada	II	0.16	9.5
Subbasin-4	56%	Urbana	III	0.13	7.5
Subbasin-5	17%	Urbanitzada	II	0.11	6.7
Subbasin-6	21%	Urbanitzada	II	0.16	9.9
Subbasin-7	84%	Urbanitzada	II	0.10	5.9
Subbasin-8	77%	Urbana	III	0.06	3.5
Subbasin-9	69%	Urbanitzada	II	0.12	7.1
Subbasin-10	100%	Urbana	III	0.04	2.6
Subbasin-11	100%	Urbana	III	0.03	2.0
Subbasin-12	100%	Urbana	III	0.04	2.3
Subbasin-13	67%	Urbana	III	0.04	2.7
Subbasin-14	3%	Natural	I	0.09	5.6
Subbasin-15	8%	Urbana	III	0.12	7.4
Subbasin-16	67%	Urbana	III	0.08	4.6
Subbasin-17	100%	Urbana	III	0.05	3.2
Subbasin-18	100%	Urbana	III	0.02	0.9
Subbasin-19	100%	Urbana	III	0.01	0.7
Subbasin-20	100%	Urbana	III	0.02	1.1
Subbasin-21	100%	Urbana	III	0.08	5.0

Les conques urbanes i urbanitzades, de poca superfície i amb un elevat grau de impermeabilització, tenen una capacitat de resposta hidrològica molt ràpida.

Precipitació d'estudi

L'etapa final de l'estudi hidrològic és la determinació de la pluja o precipitació que s'emprarà en l'estudi hidràulic, la qual es materialitzarà en un hietograma de precipitació.

Com que el model hidràulic abastarà tota la conca del Torrent de l'Escletxa, la qual s'ha dividit en subconques, la durada de la precipitació d'estudi es basarà en el temps de concentració de major durada ja que aleshores s'assegurarà que en totes elles ja s'ha generat el màxim cabal d'escorrentiu.

Com que el major temps de concentració és el de la subconca Subbasin-1, de 23 minuts, s'estableix una durada de la precipitació de disseny de 25 minuts, la qual es distribuirà temporalment en un hietograma de blocs de 5 minuts de durada cada bloc.

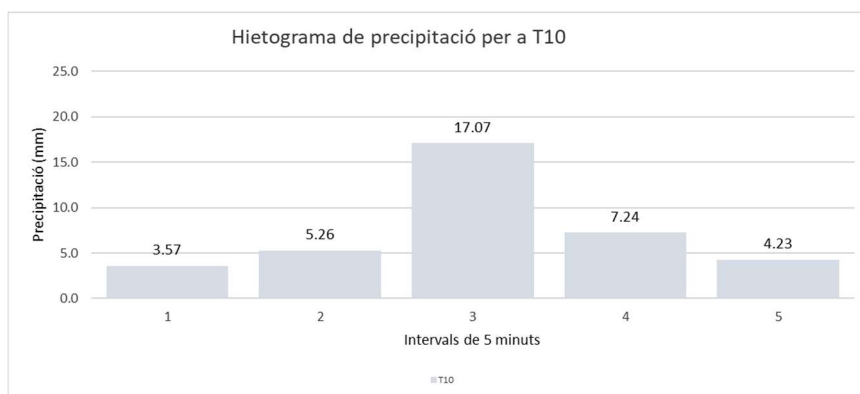
Com a dada inicial es parteix de la precipitació diària que es pot consultar en l'Hipermapa del Servei Meteorològic de Catalunya, que per a un període de retorn de 10 anys és de 117'7 mm.

Per a obtenir el hietograma de la precipitació d'estudi, se segueixen els criteris exposats en la Guia tècnica. Recomanacions tècniques per als estudis d'inundabilitat d'àmbit local, i que es basa en les corbes IDF. A la Península se solen utilitzar les corbes proposades per Tèmez que per a Catalunya adopta la següent expressió:

$$I_D = \frac{P_d}{24} \cdot \left(11 \right)^{\frac{(28^{0,1} - D^{0,1})}{(28^{0,1} - 1)}}$$

En aquest cas, com que la conca del Torrent de l'Escletxa té una superfície inferior al quilòmetre quadrat, la precipitació diària P_d és la mateixa que la que s'obté del mapa del SMC. La durada D serà de 25 minuts en aquest cas, però transformada en hores.

Desenvolupant tota aquesta metodologia, el hietograma de precipitació d'estudi que s'obté és el següent:



ESTIMACIÓ CAPACITAT HIDRÀULICA DE LA GALERIA

Com a part del present estudi, s'ha considerat d'interès efectuar una estimació de la capacitat hidràulica de la galeria existent.

Dels diferents trams que la componen, únicament se'n té constància certa del tram que passa sota la Plaça de l'Escletxa (informació obtinguda del projecte d'urbanització) i de la galeria visitada i situ.

El tram sota la Plaça de l'Escletxa té una secció de 3 m de base i 1'2 m d'altura. La pendent mitja és d'un 8'5%. Amb aquestes dades, i considerant una alçada màxima d'aigua de 90 cm (el que suposa una ocupació del 75% de la secció de galeria disponible), el cabal que admet aquest tram de galeria és de 35 m³/s aproximadament.

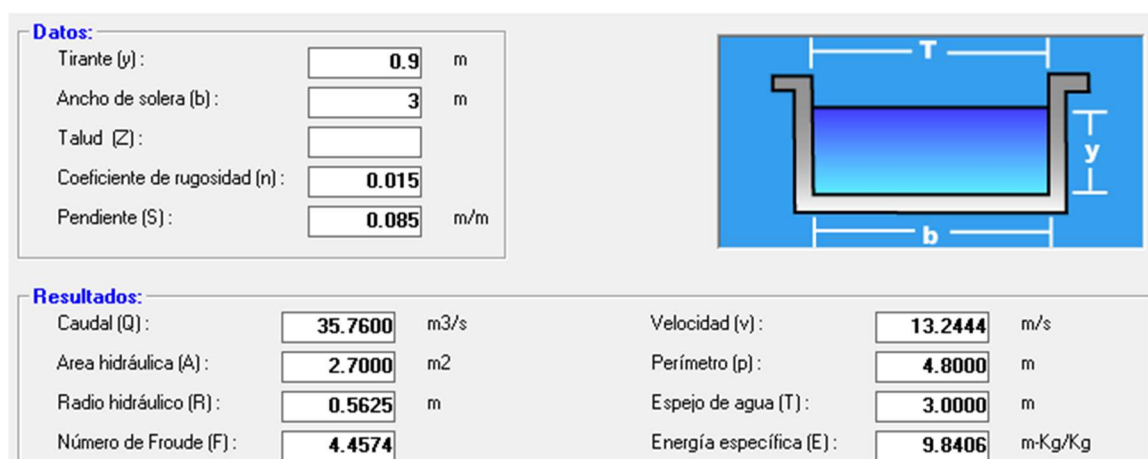


Figura 27. Capacitat hidràulica calaix Plaça de l'Escletxa.

Destacar l'elevada velocitat teòrica del flux, amb alta capacitat erosiva, al discórrer en règim supercrític.

Amb aquesta capacitat de transport, en teoria aquest tram de galeria seria capaç d'admetre el cabal del torrent per a un període de retorn de 500 anys (que és de gairebé de 20 m³/s a l'alçada de la Plaça de l'Escletxa segons la fitxa de cabals normalitzats de l'ACA.)

Del tram de galeria visitat, des de la cambra just a sota de la plaça de l'Escletxa fins a la desembocadura al Torrent de Can Bosc, es pren com a referència el tram de secció més petita, que és aquella que passa per sota de l'antiga fàbrica.

En aquest tram la galeria té una secció d'arc de mitja volta (i fins i tot amb arc en punta) d'un metre d'amplada i uns 1'5 m d'alçada.

Per a aquesta estimació de capacitat es considera una secció restrictiva de forma rectangular, de 1 m de base i 1'1 m d'alçada (de manera que es limita de nou el calat a un màxim del 75% de l'alçada

disponible. A manca de dades més detallades, es pren com a pendent la del terreny en superfície per on discorre la galeria, que mesurada en la cartografia resulta ser del 5%. Com que la solera de la galeria visitada era de roca força llisa se li suposa poca resistència a l'avanç del flux, establint un coeficient de Manning de 0'012.

Amb aquestes hipòtesis, la capacitat de la galeria (en aquesta tram) seria de 10 m³/s.

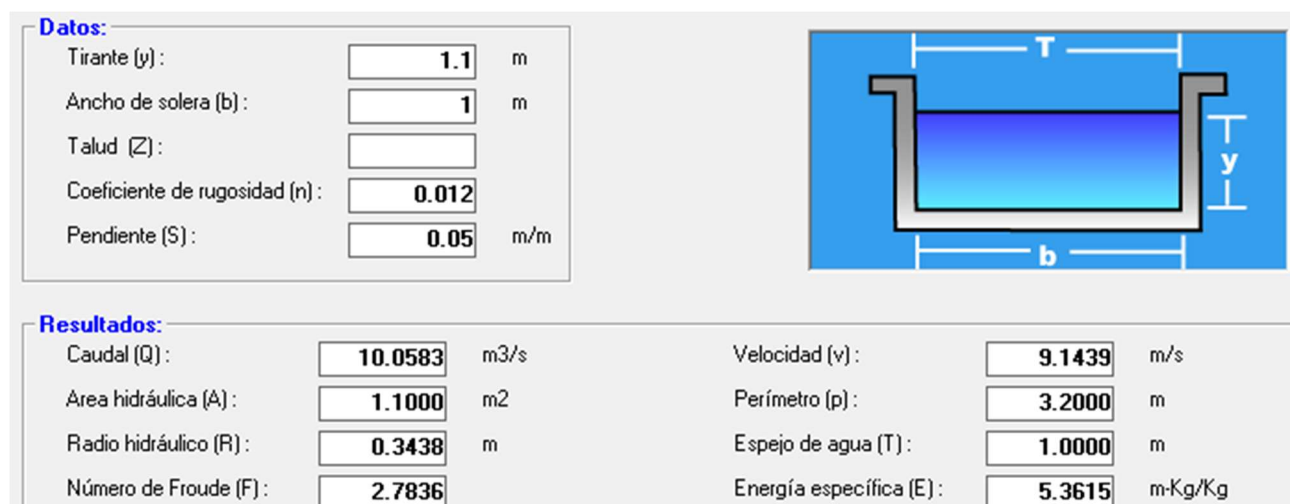


Figura 28. Capacitat hidràulica galeria (secció més desfavorable).

De nou es donaria un escenari de flux en règim supercrític i una alta velocitat de circulació de flux amb capacitat erosiva.

Segons la fitxa de cabals normalitzats de l'ACA, aquest cabal de transport equivaldria a un període de retorn de 50 anys del torrent de l'Escletxa.

Per tant, es pot considerar que les galeries tenen una capacitat molt major que les infraestructures urbanes de xarxes de pluvials habituals, que se solen dissenyar per a donar servei en escenaris de 10 anys de període de retorn.

Tot i aquesta dada, cal tenir en compte que encara que els elements de les xarxes de pluvials es dissenyen per a que treballin i tinguin capacitat per a que hi circuli sense problemes tot el cabal que es genera a la conca que hi fa cap en escenaris de 10 anys de període de retorn, a la realitat no sempre es compleix aquesta hipòtesis.

Per una banda hi ha situacions de manca de manteniment i obturació de reixes o elements de captació per la qual cosa la seva eficiència no és total. També cal tenir en compte que cada tipus de reixa té la seva eficiència, és a dir que no absorbeix la totalitat del flux que hi passa per sobre (diversos estudis arriben a establir eficiències de només el 30% en funció de les característiques de la reixa, pendent dels vials, etcètera).

Les pendents dels vials també tenen la seva incidència: quan en un vial la seva pendent longitudinal és major que la pendent transversal (que ha de facilitar l'evacuació d'escorrentius cap als elements de captació laterals) el flux tendeix a seguir la direcció longitudinal del vial.

En vials d'elevada pendent longitudinal se solen disposar reixes transversals, però degut a l'alta velocitat que adopta el flux aquestes reixes també veuen disminuïda la seva eficiència de captació.

En definitiva, per a establir de manera fefaent la capacitat real d'un sistema de drenatge de pluvials és necessari efectuar un estudi de detall, mitjançant un model hidràulic combinat d'escorrentiu en superfície per un terreny i una xarxa de drenatge associada que permeti caracteritzar el comportament del flux i la interacció dels dos sistemes de transport.

Per a això és necessari disposar de una geometria de detall dels elements de la xarxa de drenatge (captacions, conduccions, galeries, pous, ...) el que permetria modelitzar el comportament de la xarxa de manera fiable.

MODEL HIDRÀULIC DE LA CONCA DEL TORRENT DE L'ESCLETXA

Introducció

La modelització hidràulica de la conca del Torrent de l'Escletxa té com objecte obtenir i caracteritzar el comportament dels escorrentius superficials generats degut a la precipitació d'estudi i així identificar els riscos associats.

Definició geomètrica del model hidràulic en situació actual

La geometria definida abasta una extensió suficient per a que es cobreixi tota la superfície de la conca del Torrent de l'Escletxa fins a la seva desembocadura al Torrent de Can Bosc.



Figura 29. Perímetre model hidràulic.

D'aquesta manera resulta una geometria del model conformada amb una única zona 2D que abasta una extensió de 0'487 km² a la que se li incorpora una malla computacional composta per elements quadrangulars amb arestes de longitud 2 m.

Els elements de les malles computacionals adopten les elevacions d'un terreny generat a partir de la cartografia topogràfica 1:1.000 3D. Per al present estudi s'han generat tres tipus diferents de terrenys amb objecte de contrastar la seva incidència tant en l'estabilitat computacional com en el comportament del flux resultant:

- a) un Model Digital del Terreny, a partir de les corbes de nivell, línies de trencament, capes d'elements urbans i rurals, hidrografia, etc...
- b) un Model Digital de Superfície, afegint a l'anterior els polígons 3D de les construccions de la cartografia 1:1.000.
- c) un Model Digital del Terreny, afegint els blocs de les construccions com si fossin prismes.

Un cop efectuades diverses computacions combinant els tres tipus de terrenys amb diferents equacions computacionals del programa, s'ha observat que el més adient és emprar el Model Digital de Superfícies.

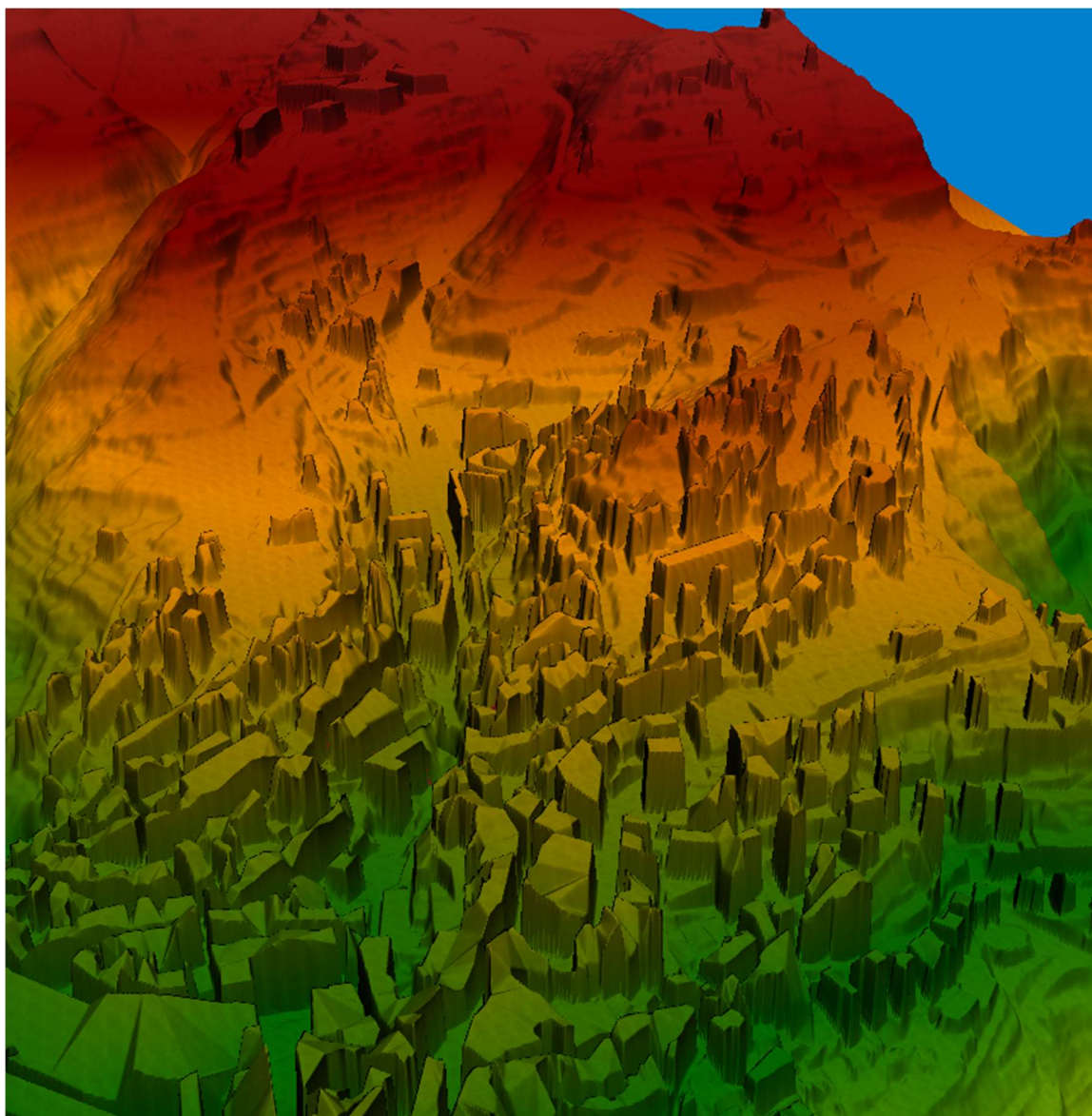


Figura 30. Model digital terreny model hidràulic

original ha estat objecte de millora per a actualitzar la informació cartogràfica i incorporar un major detall de definició. Especialment pel que fa a:

- Regularització d'alguna zona puntual i d'interior d'illa.
- Incorporació dels murs dels carrers Vic i Roure Gros.
- Implementació d'un fossat que representa la cambra aigües avall de la plaça de l'Escletxa.

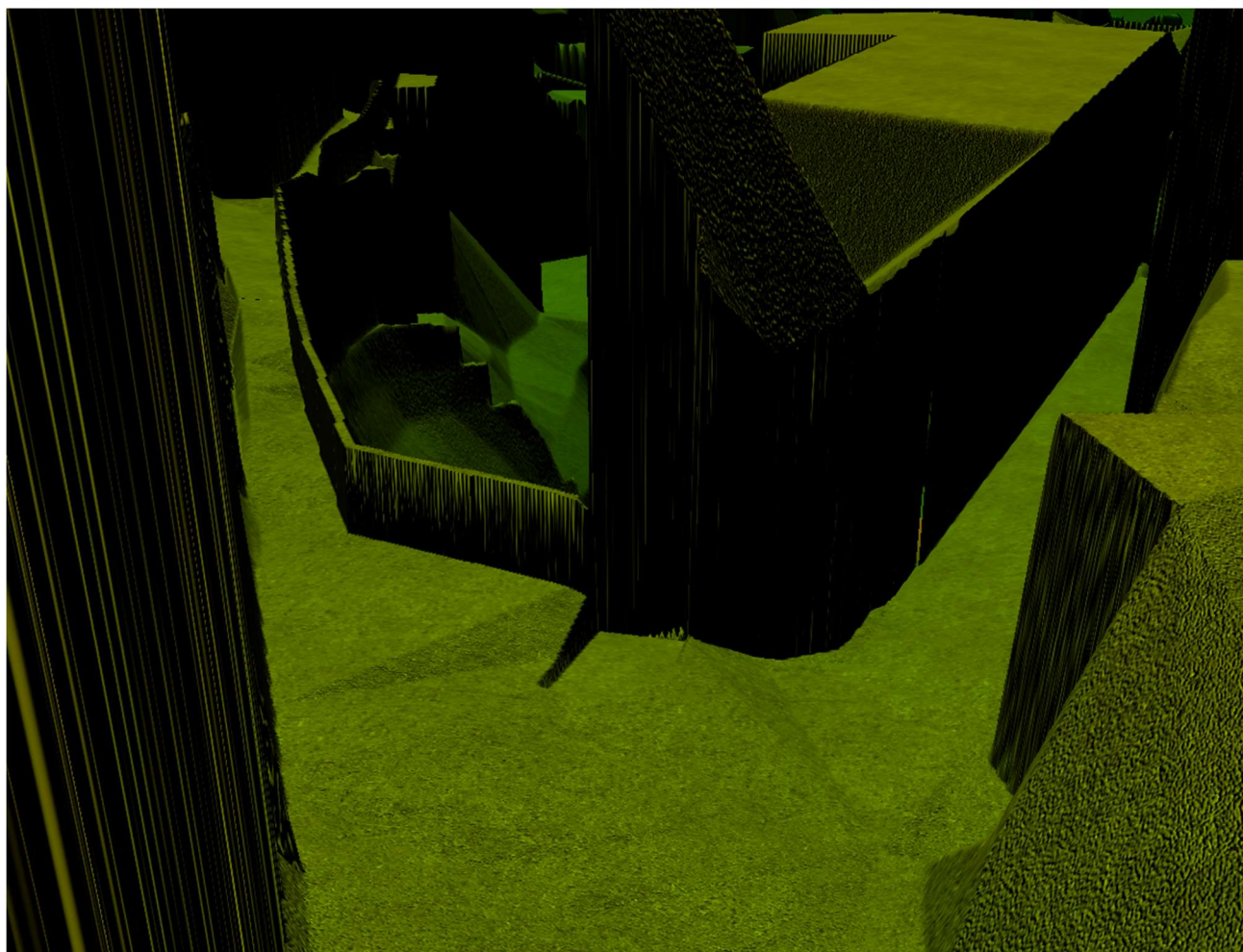


Figura 31. Vista 3D del tancament al carrer Vic i plaça de l'Escletxa

Per a que la malla computacional sigui capaç de recollir aquests elements físics que poden ser condicionants del comportament del flux, s'implementen les corresponents línies de trencament que permeten aquesta incorporació a la malla de càlcul, orientant les cel·les de la malla computacional segons la seva direcció. També s'incorporen línies de trencament perimetral als polígons que representen les construccions i a les divisòries de subconques urbanes obtingudes de l'estudi hidrològic. S'estableix una mida de cel·la en les alineacions de línies de trencament de 1 m.

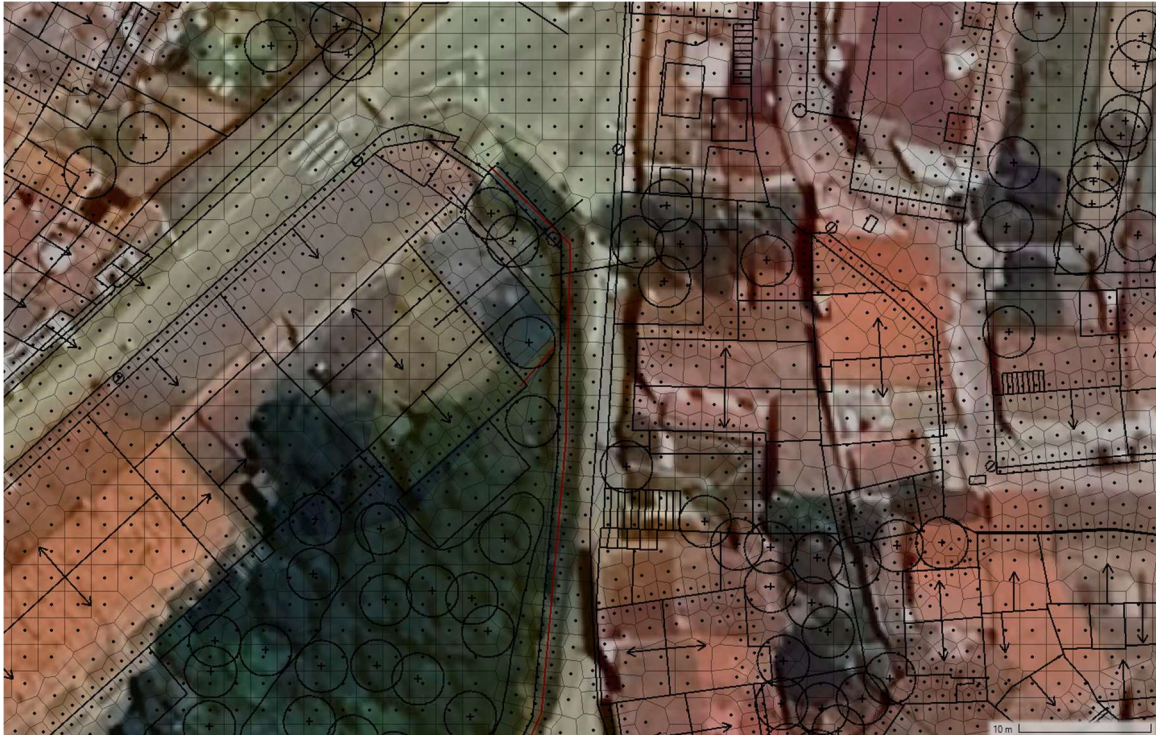


Figura 32. Implementació de línies de trencament i orientació de cel·les

Finalment, a nivell d'estructures, s'implementa la galeria des de la cambra sota la plaça de l'Escletxa fins a la desembocadura al Torrent de Can Bosc.

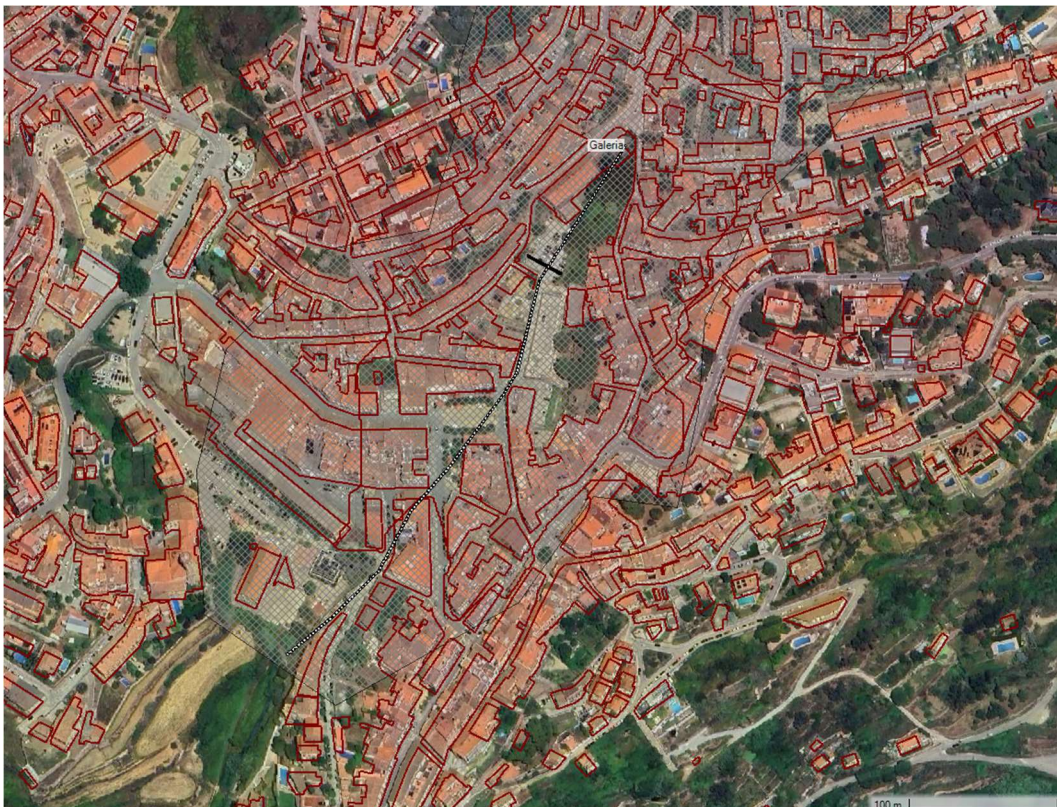


Figura 33. Incorporació de galeria a geometria model hidràulic

Caracterització del terreny. Infiltració

El fenomen de precipitació que es modelitzarà comporta unes pèrdues per infiltració fins que la quantitat de precipitació és suficient per arribar a generar escolament.

El programa HEC-RAS permet la definició d'una cobertura de infiltració per tres metodologies, adoptant per al cas del present estudi la definició de infiltració pel mètode del Soil Conservation Service (SCS).

En aquesta metodologia s'incorpora a la geometria una distribució de números de corba i de ràtio d'abstracció. Els valors de Número de Corba parteixen de la classificació del Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya (MCSC), 4a edició (2009), discretitzant els tipus de sòl en 7 agrupacions bàsiques: bosc dens, bosc clar, matollar, praderia, conreu, poc vegetat i poc permeable.

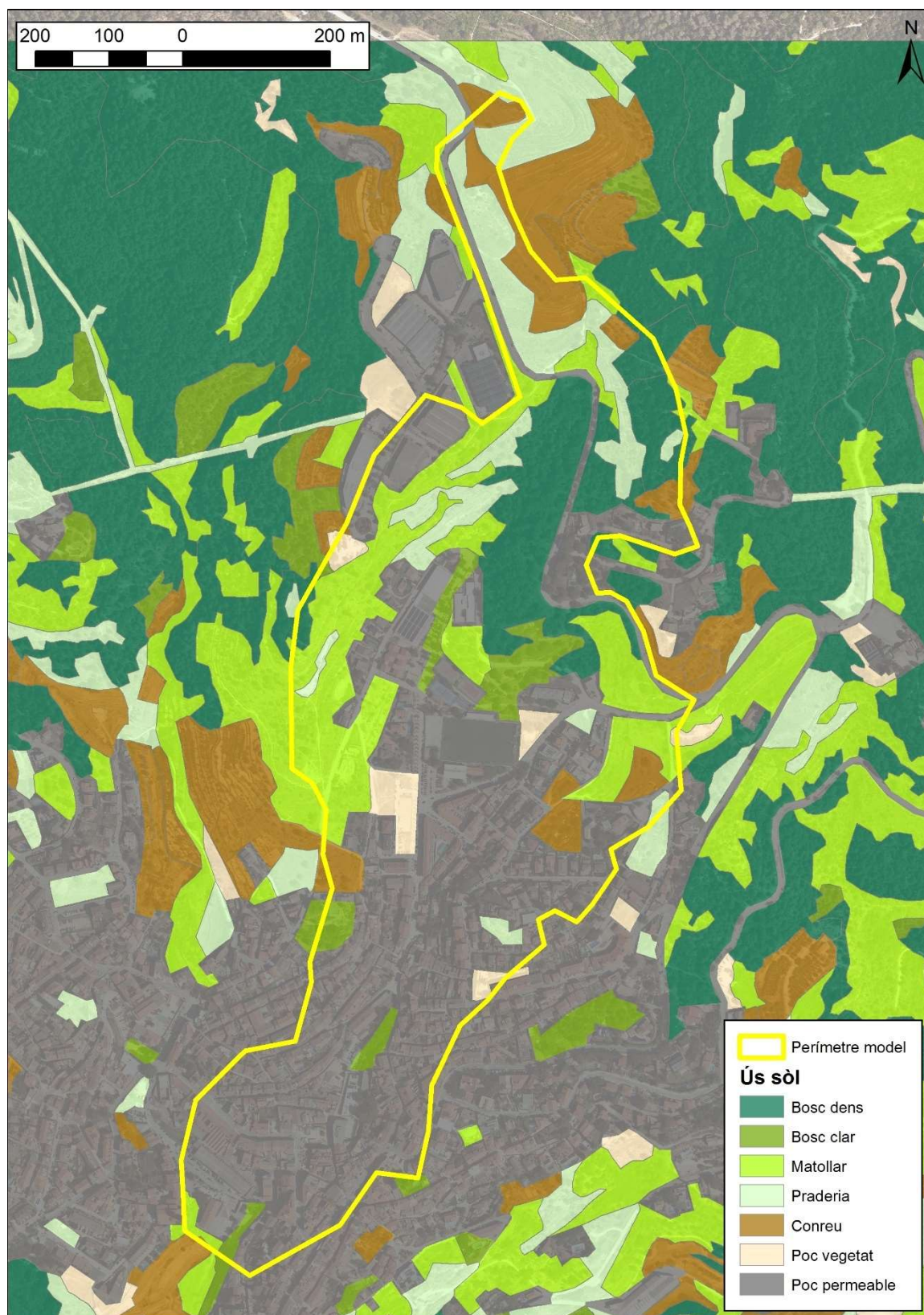


Figura 34. Distribució d'usos de sòl

Per cada ús de sòl s'estableix una relació amb valors de Número de corba NC en funció de l'estimació considerada.

Ús de sòl	Grup de Sòl	Nombre de Corba NC	
		Estimació moderada	Estimació conservadora
Bosc dens	A	29	36
	B	43	52
	C	54	62
	D	60	68
Bosc clar	A	36	40
	B	52	60
	C	62	69
	D	68	76
Matollar	A	40	45
	B	60	68
	C	69	78
	D	86	83
Praderia	A	42	49
	B	60	68
	C	74	85
	D	79	85
Conreu	A	54	66
	B	68	77
	C	78	85
	D	82	89
Poc vegetat	A	71	77
	B	78	86
	C	82	89
	D	86	93
Poc permeable	A	91	96
	B	91	96
	C	91	96
	D	91	96

Per al present estudi s'opta per una estimació intermèdia entre la moderada i conservadora. La distribució de NC resultant és la següent:

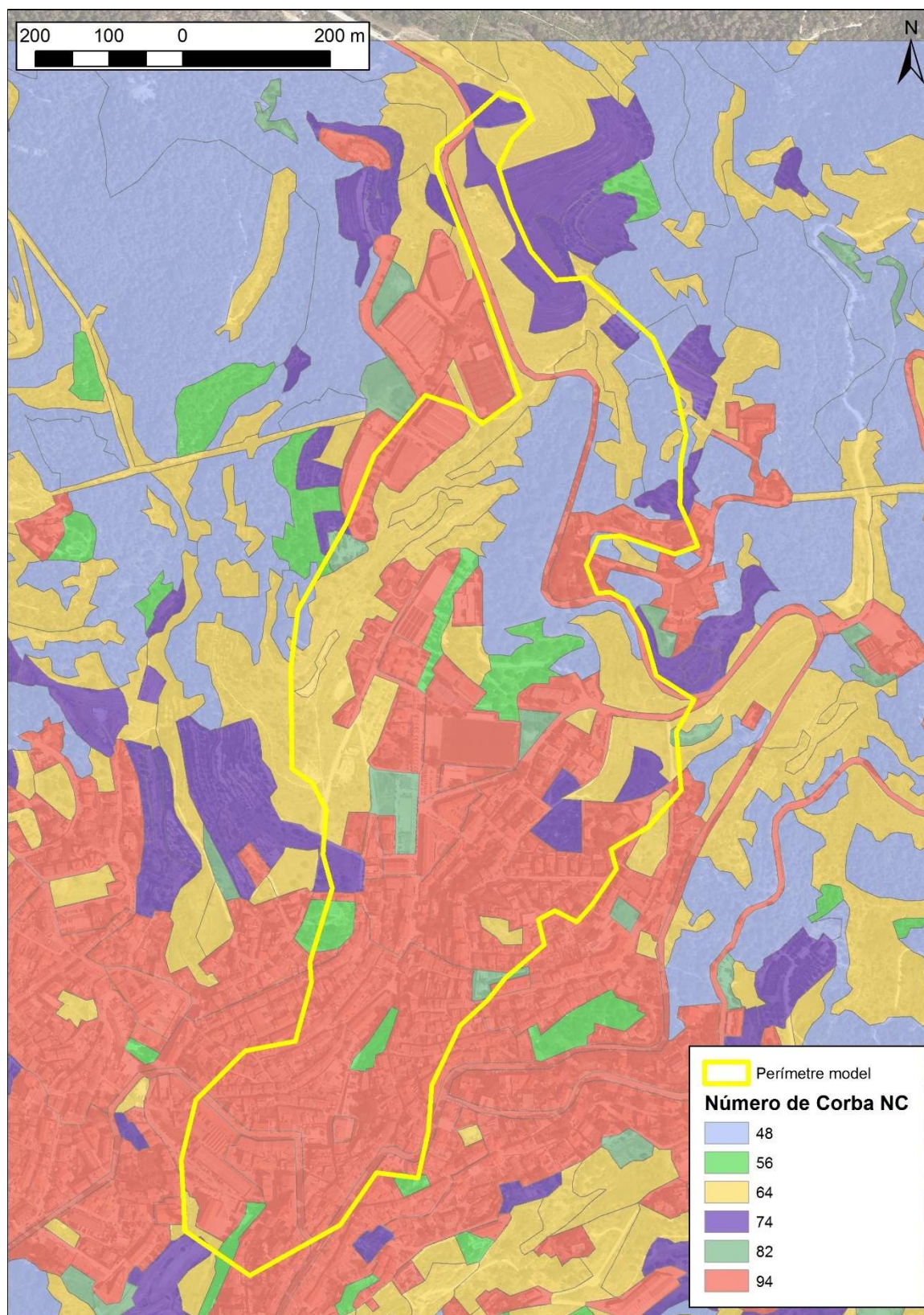


Figura 35. Distribució Número Corba NC

Caracterització del terreny. Coeficients de Manning

El paràmetre que determinarà la major o menor resistència a l'avanç del flux és la tipologia del terreny i les seves característiques, que es representen hidràulicament mitjançant els coeficients de rugositat de Manning.

La definició de la distribució de coeficients de rugositat de Manning per al present estudi es basa en la classificació del Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya (MCSC), 4a edició (2009) i assignant a cada grup un coeficient de rugositat representatiu de la seva resistència al flux.

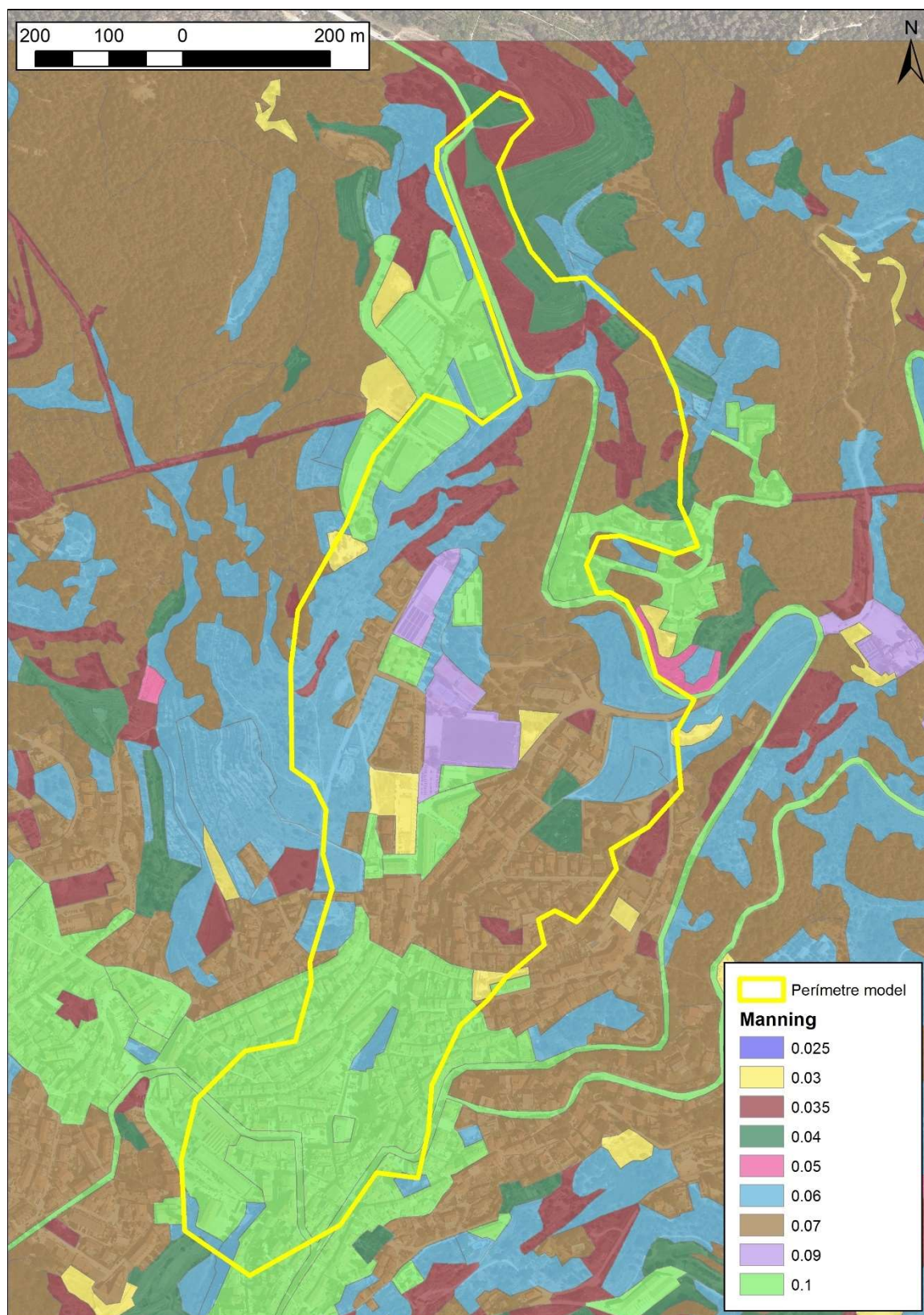


Figura 36. Distribució coeficients de Manning

Aquesta definició s'ha optimitzat, ja que al terreny s'hi incorporen els obstacles físics de les edificacions. Considerant que en les zones d'urbanització laxa hi ha una elevada presència de jardins,

per a aquests sectors es proposa un coeficient de Manning de 0'07 a diferència de la zona de nucli antic que és manté amb un valor de 0'1 ja que es tracta d'un entramat urbà molt atapeït i de carrers estrets, tot i que sense arbrat.

Condicions de contorn

El següent pas és el d'establir les condicions hidràuliques del model que caracteritzaran la incorporació dels cabals establerts en l'estudi hidrològic.

Per una banda, s'imposa a tota la geometria del model la precipitació en forma de hietograma definida en l'apartat hidrològic.

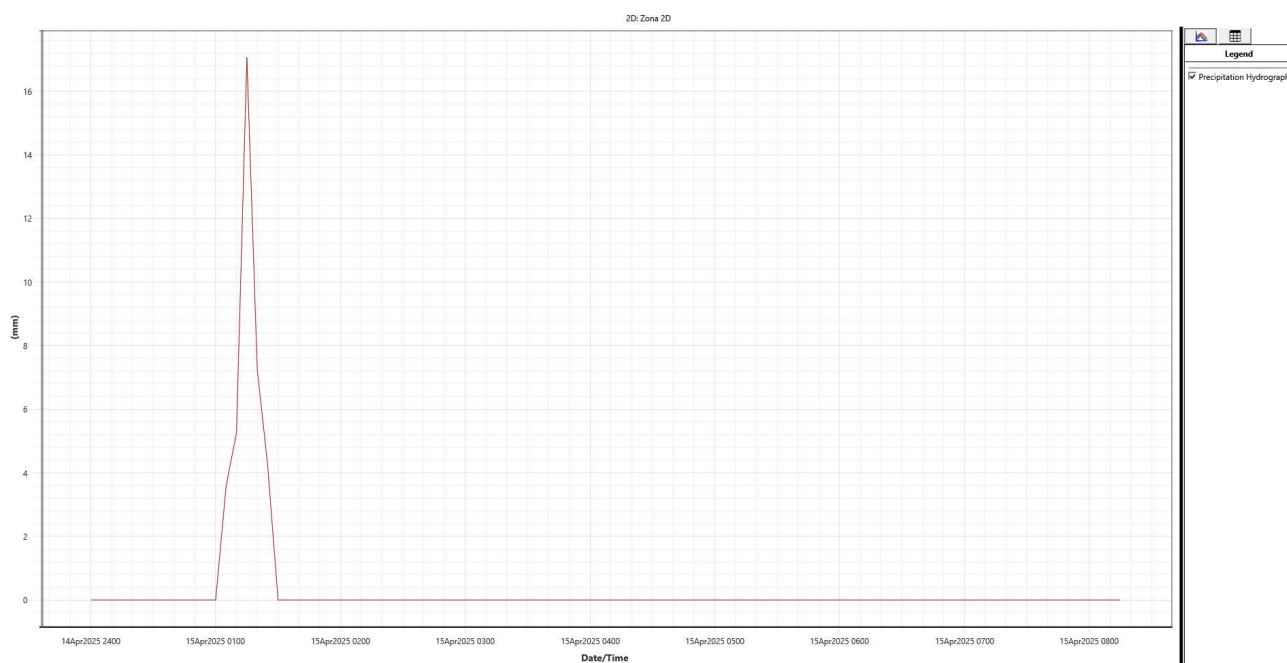


Figura 37. Hietograma de precipitació

La condició de contorn de sortida la conforma tot el perímetre exterior del model.

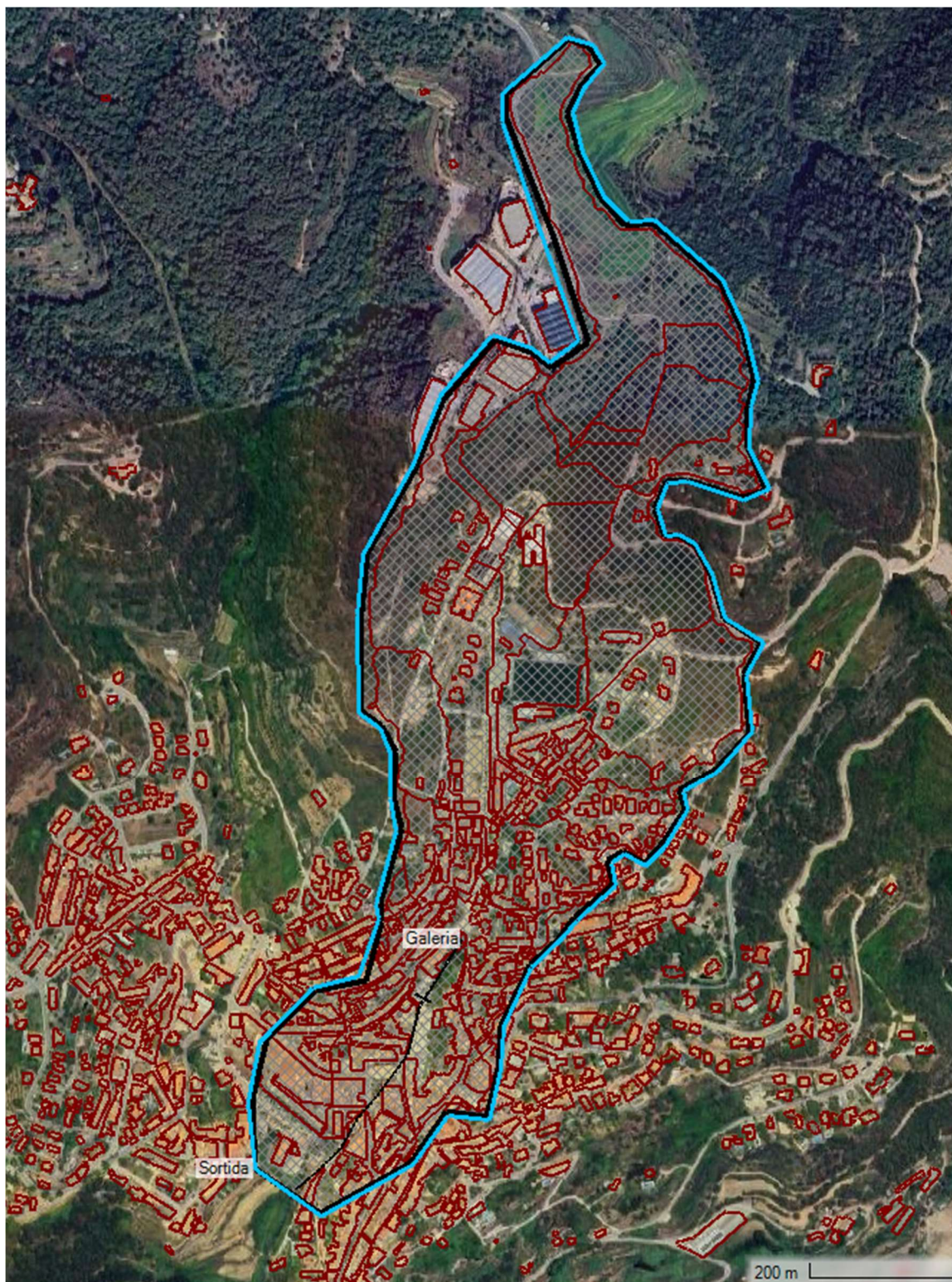


Figura 38. Condió de contorn de sortida

Discretització computacional

Finalment, el model hidràulic es completa amb discretització de les modelitzacions. El programari HEC-RAS realitza les modelitzacions en un entorn 2D ja que pot efectuar una aproximació de flux o de quantitat de moviment entre dos elements de la malla. Aquesta està conformada per un conjunt d'elements connectats mitjançant arestes, però per a les computacions HEC-RAS obté el resultat hidràulic de velocitats i cabals en el node de cada un dels elements.

Al tractar-se d'un model de precipitació, amb un terreny amb elevades pendent i que incorpora els elements físics de les edificacions, i una geometria complexa amb una malla força densificada s'han contrastat els diferents enfocaments de computació que inclou el programa.

Les computacions efectuades amb les equacions SWE-EM (Shallow Water Equations, Eulerian Method) han resultat altament inestables i per tant s'ha descartat aquesta opció). Les computacions efectuades amb les equacions SWE-ELM (Shallow Water Equations, Eulerian-Lagrangian Method), SWE-LIA (Shallow Water Equations, Local Inertia) i les d'ona difusiva han permès efectuar la computació, amb poques inestabilitats o sense (en el cas d'ona difusiva).

Tot i que una precipitació genera un escorrentiu difús en el territori mentre es desplaça per les vessants, s'ha optat per a efectuar la computació definitiva aplicant les equacions completes de Saint Venant mitjançant el mòdul SWE-LIA (Shallow Water Equations, Local Inertia) que és més adient per a terrenys abruptes, i quan els fluxos previstos poden presentar règims molt variables.

L'estabilitat computacional del model es configura amb el nombre de Courant, de manera que per computacions basades en les equacions SWE el nombre de Courant ha de ser inferior a 1.

$$C = \frac{V\Delta T}{\Delta X} \leq 1.0 \text{ (with a max } C = 1.0)$$

D'aquesta manera s'estableix una relació entre la velocitat de flux esperada, l'interval computacional i la mida dels elements de la malla. En aquest cas, s'estableix un interval computacional de 0'1s.

La computació comprèn un espai temporal suficient (fins a 3 hores) per assegurar que les màximes avingudes ja han succeït en l'instant final de la mateixa, adoptant un règim no estacionari

DIAGNOSI D'INUNDABILITAT

Introducció

Un cop efectuades les computacions dels diferents escenaris, el programa permet la generació de resultats gràfics que faciliten diagnosticar els fenòmens d'inundabilitat que es produeixen en l'entramat urbà de la conca del Torrent de l'Escletxa en termes de calats, velocitats i perillositats associades.

Comportament del flux

En primer terme, s'analitza el comportament general del flux en tota l'extensió de la conca. El model ofereix uns resultats que s'ajusten a la realitat del territori.

A gran escala, el model aconsegueix reproduir l'escenari habitual en fluxos de zones urbanes. Els escorrentius es van generant a mida que la precipitació supera el llindar d'escorrentiu, i es van vehiculant pels carrers i vials. S'identifica també part de volums retinguts en zones interiors de parcel·les edificades, especialment les finques amb habitatge amb terreny o amb jardí.

La computació d'aquesta tipologia de model ofereix algunes zones puntuals de distorsió, per la orientació de les cel·les, vorejant el perímetre de les edificacions incorporades en el terreny mitjançant el Model Digital de Superfícies, que provoca resultats de calats exageradament elevats com a resultat de la seva particular corba volum-calat que el programa pre-processa prèviament a la computació. Aquesta distorsió, però, no compromet l'anàlisi del comportament general del flux ni de la posterior diagnosi de perillositats.

De nord a sud, en primer terme el flux es canalitza per l'eix del Torrent de l'Escletxa al nord de la zona esportiva. Hi arriba pel seu marge esquerre un eix de drenatge procedent de les Sabrugues.

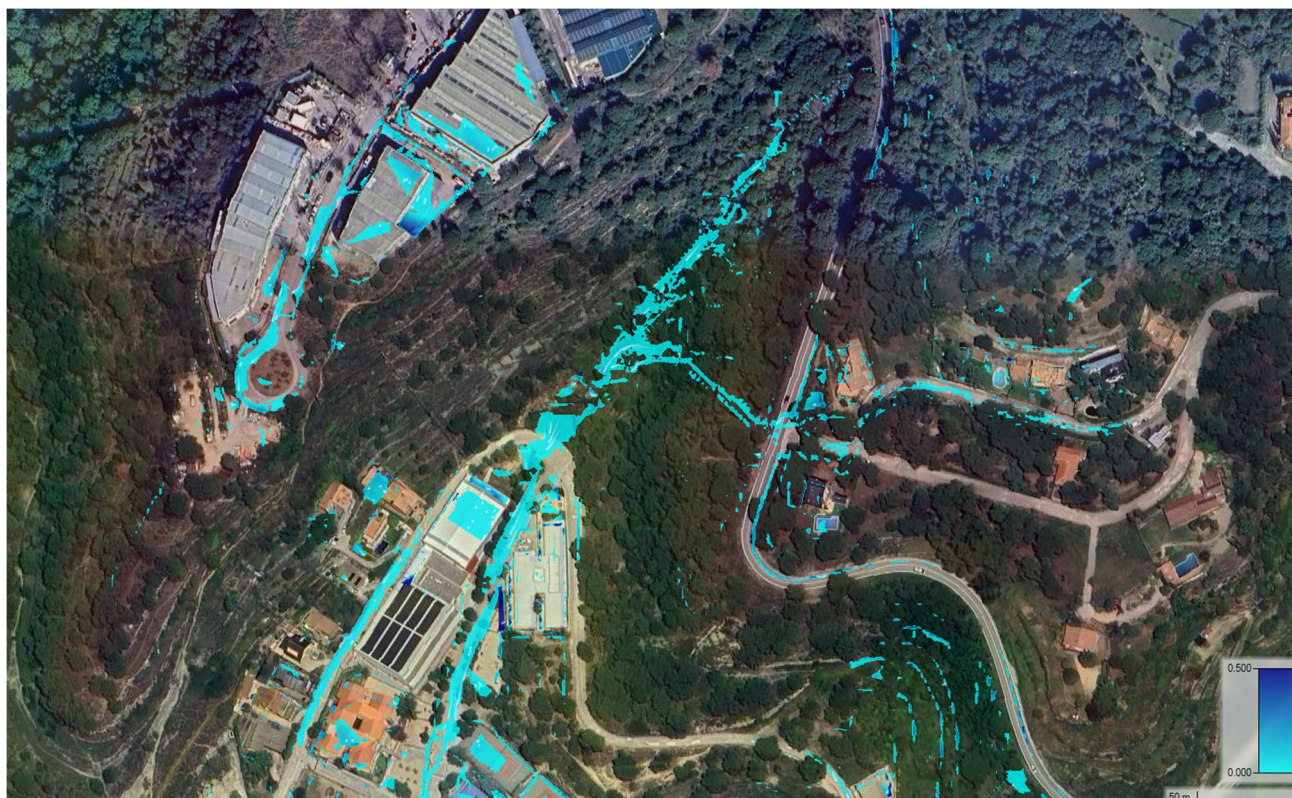


Figura 39. Comportament flux zona nord conca Torrent Escletxa

A l'arribar a la zona urbana, el flux es vehicula per l'Av. de les Escoles (seguint el traçat de l'antic torrent). Un escorrentiu es genera a la Ronda dels Esports que acaba arribant a l'Av. de les Escoles per l'oest mitjançant un carrer transversal que mena al Club de Tennis.

Baixant per l'Av. de les Escoles, s'identifica un altre vial que es converteix en un eix principal de flux, el carrer Consell de Cent. Destacar que, en la intersecció entre l'avinguda i Consell de Cent, hi ha part del flux que es desvia cap al sud est, pel carrer Osona, el qual disposa d'un punt baix abans d'arribar al carrer Piscina.

En aquesta zona s'identifica un punt baix per darrera de la finca cantonera entre els carrers Osona i Consell de Cent, el qual existeix ja que es tracta de l'accés a l'aparcament soterrat de la finca i que pot arribar a acumular volums d'aigua.

En tot cas, tots els fluxos que baixen per Consell de Cent i els que es deriven per carrer Osona i carrer Piscina, acaben unint-se al flux principal que baixa per l'Av. de les Escoles. En tot aquest tram exposat l'entramat urbà a l'oest de l'avinguda no aporten fluxos significatius.



Figura 40. Comportament flux zona centre conca Torrent Escletxa

Quan s'arriba a la Plaça de l'Escletxa, es donen diverses situacions. Per una banda, al flux que hi arriba per l'avinguda s'hi incorpora flux pels carrers Amargura i Estatut, i també pel carrer Vic hi arriba el flux que baixa pel carrer de la Bassella. Per l'altra hi ha una part del flux que s'introdueix per la captació en bústia i acaba arribant a la cambra que conforma el salt i inici de la galeria tal i com s'ha mostrat en les imatges de la visita de camp.

Però la major part del flux es desvia cap al sud oest i pren el carrer del Roure Gros com a canalitzador. Aquest flux segueix per aquest carrer i una part es desvia cap a l'est per la baixada cap a l'Avinguda Generalitat el qual passarà per davant de l'accés al Casal Municipal de la Gent Gran i l'aparcament municipal fins arribar a la Plaça Josep Umbert Ventura.

Una part del flux que baixa pel carrer Roure Gros no es desvia, si no que segueix endavant fins al carrer de Sant Pau, que el canalitza de nou cap a l'est i l'aboca a la mateixa Plaça Josep Umbert Ventura.



Figura 41. Comportament flux zona sud conca Torrent Escletxa.

A aquesta plaça també hi arriba flux que després de circular pel carrer Vic en direcció sud, l'Avinguda Catalunya i el carrer Joan Maragall acaba incorporant-se a la plaça.

Des d'aquesta, el flux baixa pel carrer Mossèn Josep Rossell i pel carrer Dr. Antoni Reig per arribar finalment al carrer de la Fonteta i incorporar-se al Torrent de Can Bosc.

Amb aquests resultats es constata com el model reflexa amb prou grau de certesa el comportament del flux produït per la precipitació de disseny.

A continuació es procedirà a efectuar l'anàlisi hidràulic del fenomen d'inundació diagnosticat.

Anàlisi hidràulic del fenomen d'inundació. Perillositat i risc.

Per a dur a terme l'anàlisi hidràulic del fenomen d'inundació modelitzat es prenen com a referència les variables de calats i velocitats, a partir de les quals es pot establir la perillositat del fenomen.

Aquest anàlisi es basa en el contingut de la tesi *Inundaciones urbanas: criterios de peligrosidad y evaluación del riesgo para peatones y vehiculo*. En aquesta tesi s'analitza de manera detallada l'avaluació dels riscos en inundacions urbanes per a vianants i vehicles. En aquest estudi són d'interès els anàlisis sobre vianants.

Els nivells de perillositat s'estableixen a partir del següent criteri:

Nivel de peligrosidad	Criterio adoptado	Color
Baja:	$y \leq 0.5 \text{ m}$ y $(v \cdot y) \leq 0.16 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$	
Media:	$y \leq 0.5 \text{ m}$ y $0.16 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1} < (v \cdot y) \leq 0.22 \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$	
Alta:	$y > 0.5 \text{ m}$ ó $(v \cdot y) > 0.22 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ó $v > 1.88 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	

A partir de la perillositat, combinada amb la vulnerabilitat, es pot establir el risc que suposa el fenomen d'inundació. En aquest sentit, la tesi consultada en fa aquesta proposta:

Peligrosidad	B	B	B	M	M	M	A	A	A
Vulnerabilidad	B	M	A	B	M	A	B	M	A
Riesgo	B	B	M	B	M	A	B	A	A

B: Baja, M: Media, A: Alta

Al tractar-se de zona urbana amb força densitat i amb equipaments públics en les zones inundades, la vulnerabilitat es considera alta i per tant els riscos que es produeixen són mitjos i alts.

Operant les variables de calat i calat per velocitat, s'obté la zonificació de perillositats del fenomen d'inundació que s'ha modelitzat.

En el tram nord de la conca del torrent, tot i que s'ha identificat l'Avinguda de les Escoles i el carrer Consell de Cent com a eixos vehiculadors de fluxos, les perillositats són baixes fins a arribar al carrer de la Piscina.

L'entollament en el carrer Osona en el punt baix existent no arriba a calats superiors a 50cm, per la qual cosa la seva perillositat és baixa. Sí que s'identifica perillositat alta en la part deprimida darrera de la finca cantonera entre els carrers Osona i Consell de Cent.

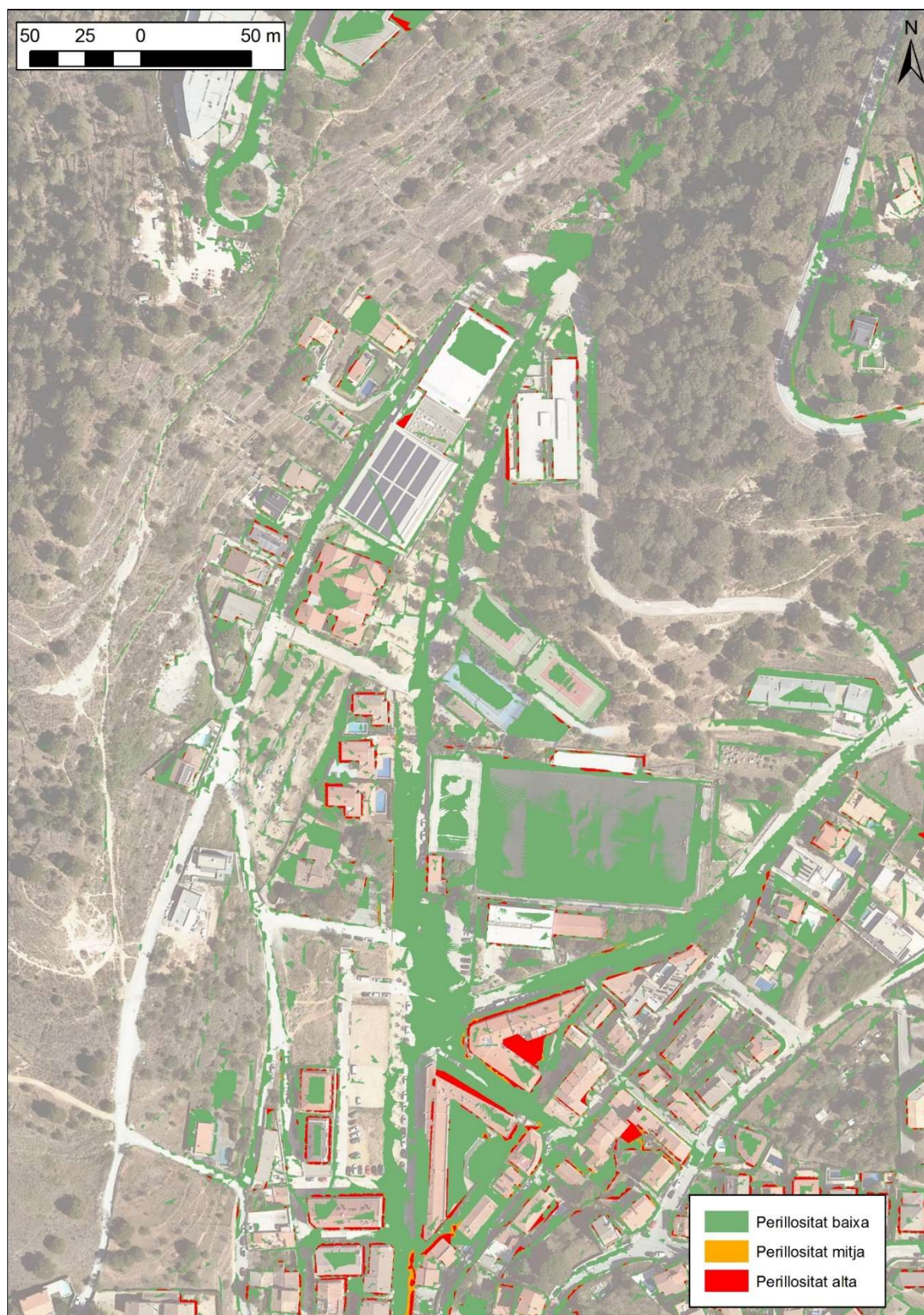


Figura 42. Perillositats a meitat nord de la conca Torrent Escletxa.

És a partir del carrer Piscina quan a l'avinguda es comencen a produir perillositats mitges i altes. Aquestes tipologies de perillositats es perllonguen fins a arribar a la Plaça de l'Escletxa, especialment el seu marge oest.

Això comporta que aquestes perillositats mitges i altes continuïn pel carrer del Roure Gros, la baixada cap a l'Avinguda de la Generalitat i en la pròpia avinguda fins a la Plaça Josep Umbert Ventura, on hi ha un nou punt baix a on s'hi entolla l'aigua (raó per la qual es va instal·lar la reixa de captació existent a l'actualitat que aboca a la galeria).

Les situacions de perillositat mitja i alta també es desenvolupen per una part del carrer Mossèn Josep Rossell (on es produeix alguna acumulació) i en el carrer de la Fonteta.



Figura 43. Perillositats a meitat sud de la conca Torrent Escletxa.

A partir d'aquestes perillositats, es delimiten i zonifiquen els riscos associats, de tipus mig i alt segons s'ha exposat anteriorment.



Figura 44. Riscos a meitat nord de la conca Torrent Escletxa.

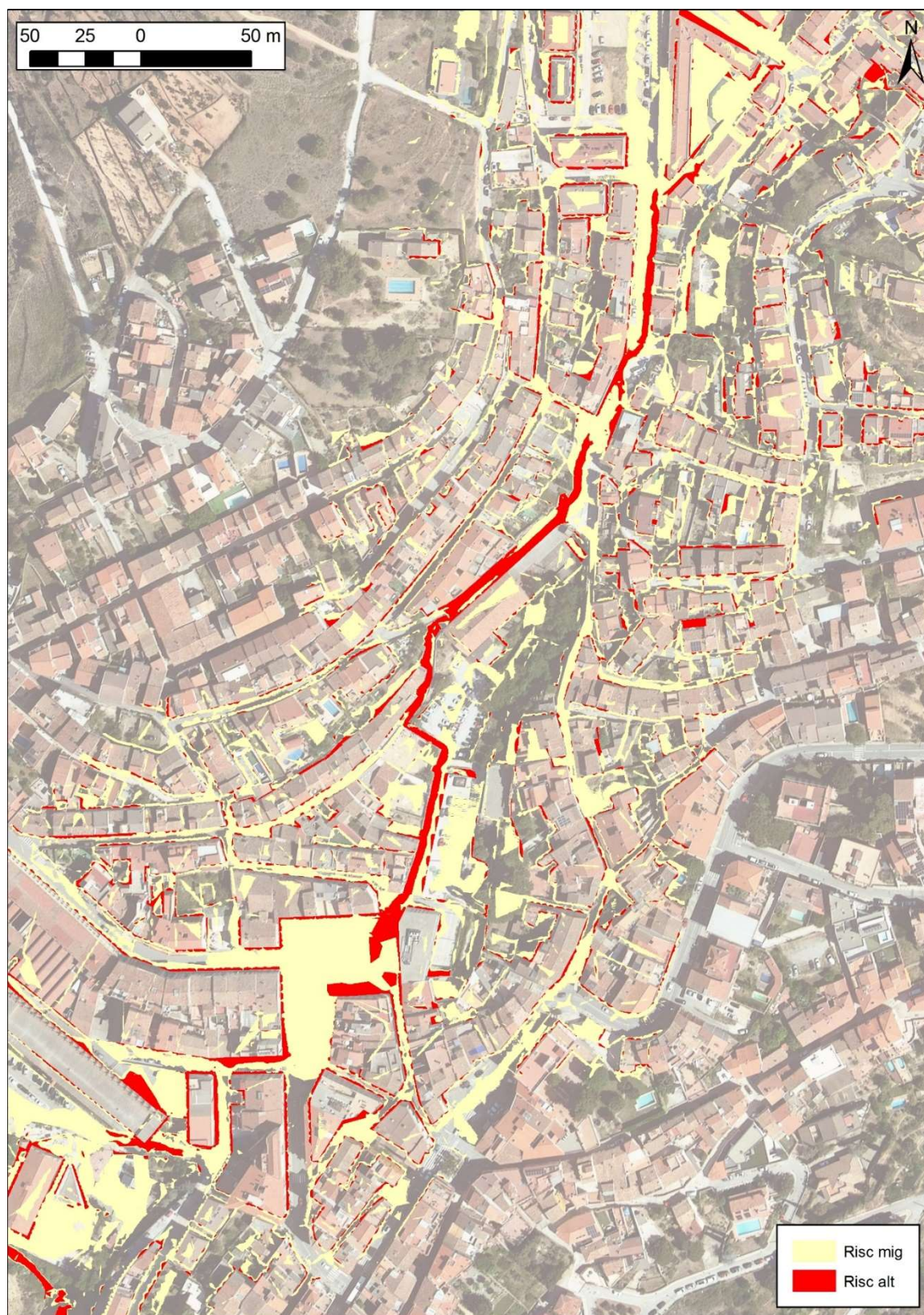


Figura 45. Riscos a meitat sud de la conca Torrent Escletxa.

Per tant, com a resultat de l'anàlisi, en situacions de precipitacions freqüents s'identifiquen zones d'especial interès com són:

- Zona deprimida per darrera de la finca cantonera entre els carrers Osona i Consell de Cent, corresponent a l'accés a l'aparcament soterrat de la finca.
- Avinguda de les Escoles, entre carrer Piscina i Plaça de l'Escletxa.
- Plaça de l'Escletxa.
- Carrer Roure Gros fins a la baixada cap a l'Avinguda Generalitat.
- La baixada des del carrer Roure Gros fins a l'Avinguda Generalitat.
- La pròpia Avinguda Generalitat fins a la Plaça Josep Umbert Ventura.
- El vèrtex nord est i perímetre sud de la Plaça Josep Umbert Ventura.
- Trams del carrer Mossèn Josep Rossell.
- Tram del carrer de la Fonteta.

En totes aquestes zones identificades es proposa un seguit de mesures i actuacions que permetin reduir-ne la perillositat i el risc.

PROPOSTA D'ACTUACIONS

En el present apartat, es proposen i s'analitzen un seguit d'actuacions i mesures amb l'objecte de reduir les situacions de perillositat i risc en esdeveniments de precipitació en l'àmbit del Torrent de l'Escletxa. Les propostes es llisten tot seguit:

- Sistema de retenció i/o laminació a la parcel·la municipal existent al carrer de la Ronda dels Esports.
- Sistema de tancament estanc en l'accés deprimit per darrera de la finca cantonera entre els carrers Osona i Consell de Cent.
- Millora gestió d'escorrentius a la Plaça de l'Escletxa.
- Elements de captació transversals i xarxa d'evacuació al carrer del Roure Gros.
- Elements de captació transversals al peu de la baixada des del carrer Roure Gros fins a l'Avinguda Generalitat.
- Elements de captació transversals al llarg de l'Avinguda Generalitat.
- Sistema de infiltració/retenció/laminació a la plaça Josep Umbert Ventura.
- Estanqueïtat de finestrons baixos a la plaça Josep Umbert Ventura.
- Senyalitzacions d'avertiment de perillositat i risc en els carrers amb major incidència (Av. de les Escoles, Plaça de l'Escletxa, carrer Roure Gros, baixada cap a Avinguda Generalitat, Avinguda Generalitat, plaça Josep Umbert Ventura, carrer Mossèn Josep Rosell i carrer Fonteta).
- Tasques de manteniment a la galeria.
- Informació i alertes.

Seguidament es descriuran aquestes propostes amb major detall.

SUDS a parcel·la municipal de la Ronda dels Esports

Fins a la parcel·la municipal existent al carrer de la Ronda dels Esports hi havia els escorrentius generats en zona de terreny natural de la conca, les vessants de capçalera.

Ni de la informació consultada ni de la visita de camp efectuada s'ha pogut saber si al peu de la vessant just abans del vial de la Ronda hi ha element de captació cap a la xarxa de pluvials urbana, ni tampoc ha quedat clar com és l'inici de la xarxa de pluvials en aquest punt (segons el *Pla Director de Clavegueram*, a la confluència de la Ronda dels Esports amb l'Avinguda de les Escoles s'inicia la canalització soterrada del torrent amb un diàmetre 1000 mm).

Per tant, és de suposar que els escorrentius que baixen per aquelles vessants acaben abocant-se en superfície al vial de la Ronda i d'allà emprendre camí per l'Avinguda de les Escoles i que s'aniran captant amb les reixes transversals presents a l'Avinguda.

Per a reduir la quantitat d'escorrentiu que passi cap a la vialitat, es proposa la incorporació d'un sistema de retenció i/o infiltració mitjançant un dipòsit de cel·les.

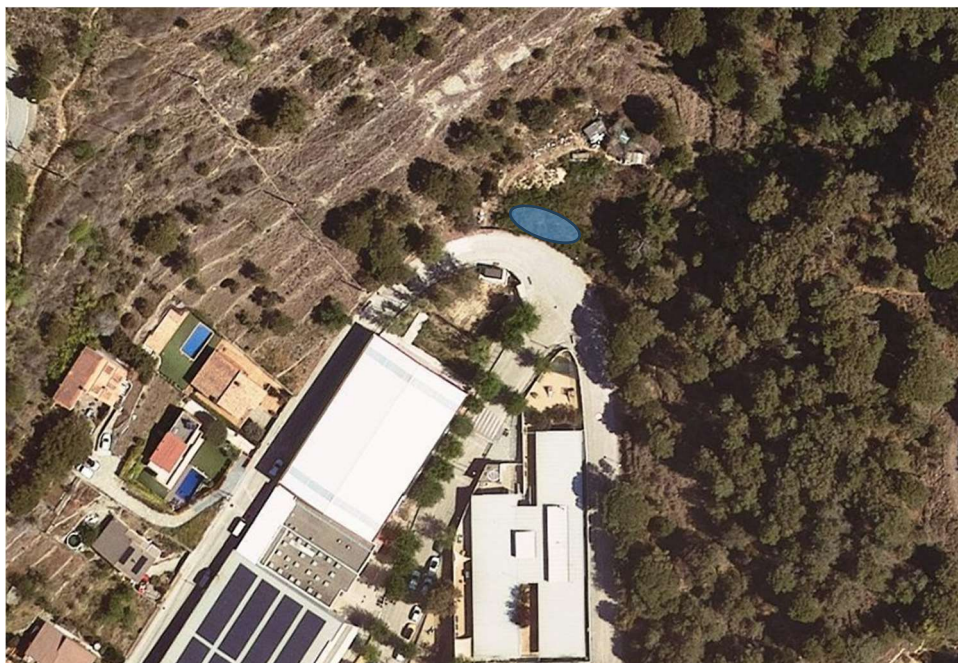


Figura 46. Proposta d'emplaçament de sistema SUDS

Segons el model hidràulic, a aquesta zona hi arriba un total de 144 m³, amb un cabal punta de 120 l/s, baix degut a la poca capacitat de generació d'escorrentius dels vessants naturals.

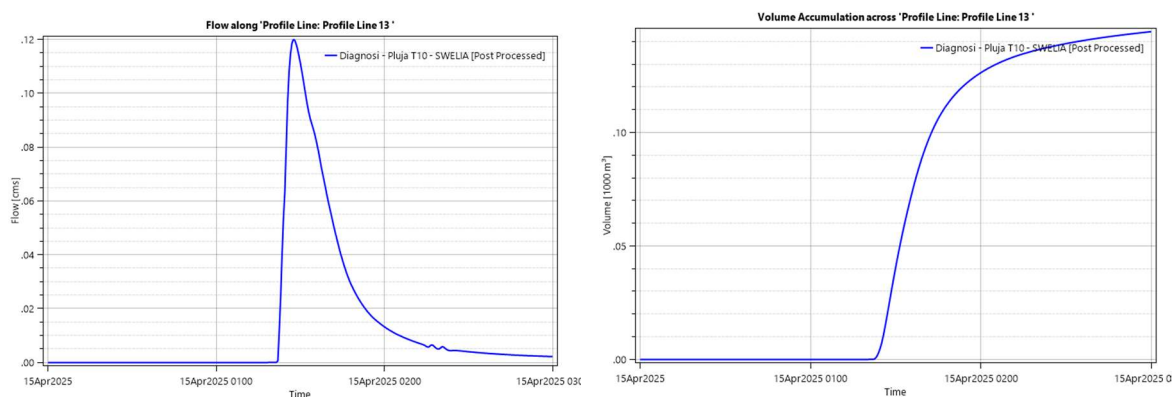


Figura 47. Hidrogrames de cabal i volum arribant a la zona

Configuración del tanque

La configuración del tanque se puede realizar de dos maneras:

☐ **Especificaciones de las dimensiones del tanque**
Dimensiones del tanque (largo, ancho, profundidad)

Ingrese la cantidad del líquido a ser almacenado/retenido, debido a la escorrentía en su sitio, especifique por metros cúbicos el volumen.

Volumen 144,00 m³

Número de capas
Seleccione las opciones 2,0

Volumen total neto 145,54 m³

Dimensiones del tanque

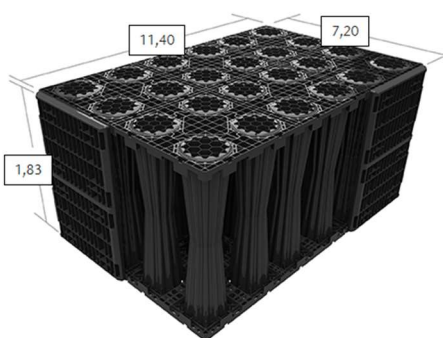
Largo 11,40 m

Ancho 7,20 m

Profundidad 1,83 m

La opción más costo-efectiva y eficiente es un sistema rectangular con dos capas

☒ **Especifique por volumen**
Volumen del agua para retener/infiltrar (metros cúbicos)



Sus dimensiones escogidas se han optimizado para encajar en el tamaño del producto que se muestra arriba.

Figura 48. Exemple de dimensions de tanc de retenció

Tancament estanc finca carrers Osona i Consell de Cent

A la part posterior de la finca cantonera entre els carrers Osona i Consell de Cent hi ha un accés en rampa que porta a la planta soterrani d'aparcament. El model hidràulic a exposat com part del flux que pot baixar pel carrer Consell de Cent pot desviar-se pel passatge que mena cap a aquest accés de vehicles.

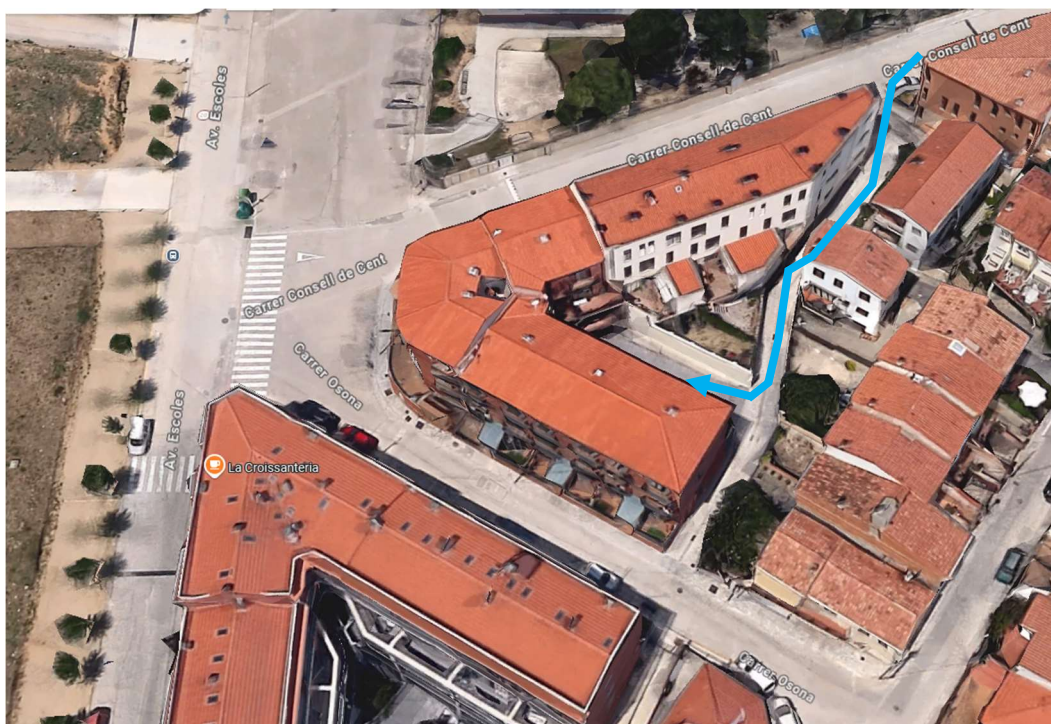


Figura 49. Vista de la finca i de la rampa d'accés a soterrani

El flux pot desviar-se aleshores cap a la rampa de l'aparcament i acumular-se a la part baixa un volum addicional al que ja hi cau a sobre per la pròpia pluja. Aquesta aigua pot accedir a l'aparcament i causar danys materials.

Per a reduir els danys, si és que el sistema de tancament actual de l'aparcament ja no ho incorpora, es recomana en aquest cas implementar un sistema de burletes a les jambas laterals i llindar inferior que confereixin estanqueïtat al tancament.

Millora gestió d'escorrentius a la Plaça de l'Escletxa

En l'àmbit de la Plaça de l'Escletxa es poden donar situacions de risc, especialment per les velocitats de flux degut a l'elevada pendent de la urbanització. Aquesta plaça ha estat no fa gaire temps.

En aquesta zona es proposa una millora de la gestió dels escorrentius que permetin per una banda infiltrar-los en part i per l'altra afavorir que aquests es dirigeixin cap a la cambra inici de la galeria.

Per al primers dels objectius es proposa incorporar en la major superfície possible de la plaça un paviment permeable que afavoreixi la infiltració dels escorrentius. Aquest paviment permeable es recull en el subsol i es pot transportar cap al calaix soterrat existent o bé directament cap a la cambra d'inici de galeria.

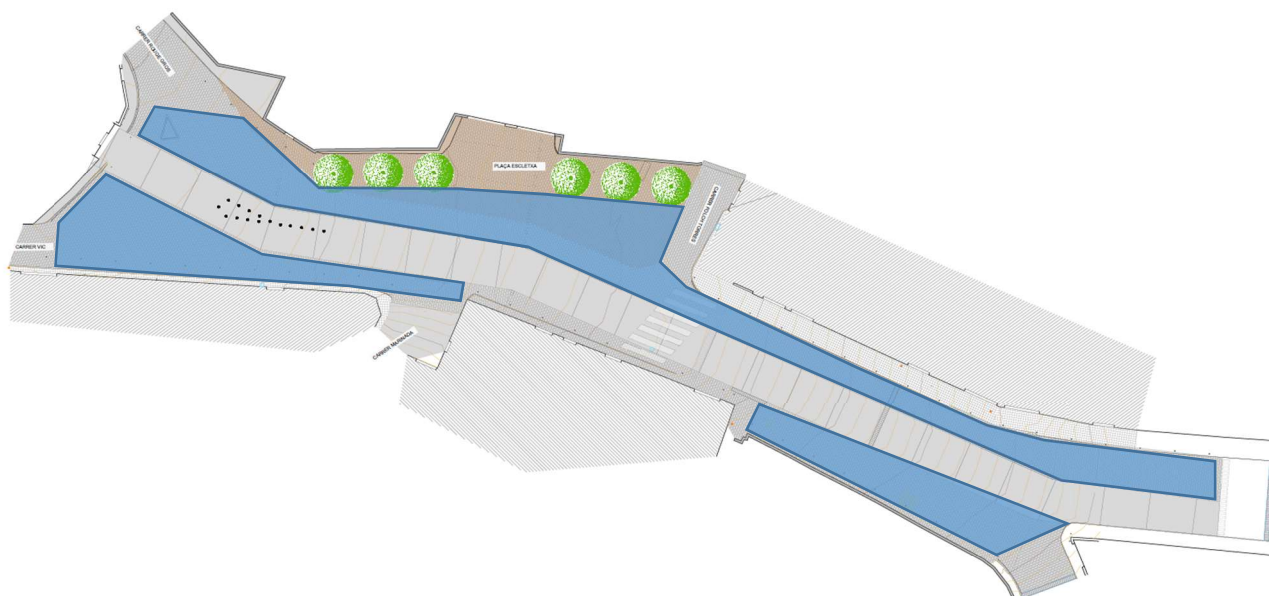


Figura 50. Possibles zones de pavimentació permeable

Aquests paviments poden ser d'asfalt permeable o bé amb peces poroses o paviments drenants.



Figura 51. Esquema de implementació de pavimentació permeable

Aquests sistemes de pavimentació drenant o bé infiltren directament l'aigua al terreny si té suficient permeabilitat, o bé es recull en conduccions per a poder evacuar-les cap a on sigui necessari si el subsòl és impermeable (per presència d'estrat rocós, per exemple). En aquest cas podria ser interessant fer portar les aigües recollides cap al calaix sota la plaça.

Per altra banda, hi haurà part dels esorrentius que no siguin captats pel sistema de paviment drenant i segueixi disorrent per superfície. Per a gestionar aquest fenomen seria interessant intervenir en les pendents superficials de la plaça, de manera que els esorrentius es vegin forçats a disorre en superfície per sobre de la projecció vertical del calaix existent i dirigir-los cap a l'interceptor en bústia del final de la plaça que aboca directament a la cambra d'inici de galeria.

Amb aquest conjunt d'actuacions es reduiria la quantitat d'esorrentius que en l'actualitat s'acaben dirigint cap al carrer del Roure Gros.

Del resultat del model hidràulic s'ha obtingut que a la Plaça de l'Escletxa hi arribarien a l'actualitat uns 2.447 m³ de volum d'esorrentiu (serien 144 m³ menys si s'implementa la proposta a dalt de tot de l'Avinguda de les Escoles). Aquest flux presenta un cabal punta de 1'33 m³/s.

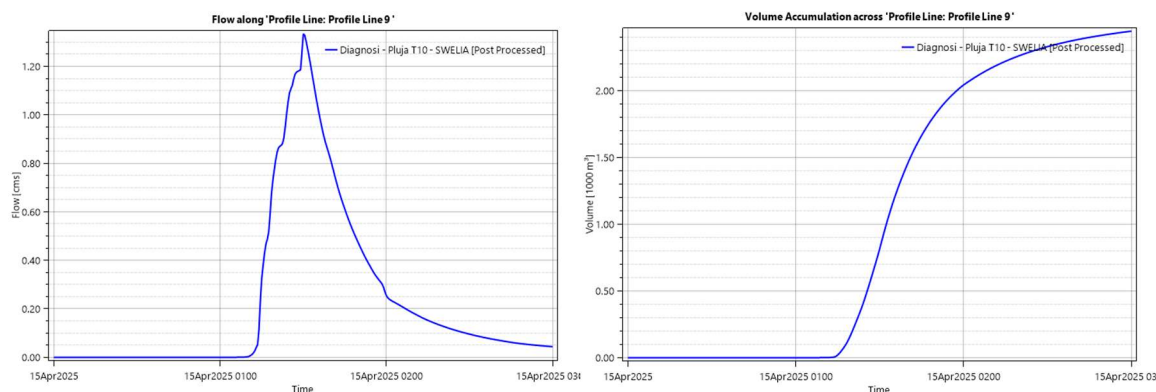


Figura 52. Hidrogrames de cabal i volum arribant a la plaça de l'Escletxa

Es tracta doncs d'un volum considerable que per si sol no el podrien gestionar els paviments drenants, raó per la qual en aquest zona es recomana la combinació esmentada de paviment drenant i regularització de les pendents superficials de la urbanització.

Interceptors transversals i xarxa evacuació

Segons els resultat del model, la major part dels escorrentius que arriben a la Plaça de l'Escletxa segueixen cap a aigües avall, resseguint primer el carrer Roure Gros, seguidament la baixada cap a l'Avinguda Generalitat i finalment la mateixa Avinguda.

Es tracta de vials que presenten força pendent, especialment la baixada des del carrer Roure Gros fins a l'Avinguda de la Generalitat, a on el flux assoleix elevades velocitats que poden suposar per una banda arrossegament d'elements provinents des d'aigües amunt i per l'altra un risc per a l'estabilitat de les persones que hi transitin quan hi passa flux superficial.

Per a aquesta raó es proposa que en aquests vials s'incorporin elements d'intercepció transversal d'escorrentius i que els fluxos interceptats es canalitzin de manera soterrada per les calçades i s'acabin vessant a la galeria.

La implementació d'aquesta proposta requerirà d'un estudi de detall que permeti determinar la quantitat i tipologia de reixes interceptores, dimensionar els col·lectors d'evacuació i la necessitat d'elements auxiliars com per exemple cambres intermitges i com aquests col·lectors evaquarien cap a la galeria en el tram que discorre per sota l'Avinguda Generalitat.

Sistema de infiltració/retenció/laminació a la Plaça Josep Umbert Ventura.

La Plaça Josep Umbert Ventura es el punt de vessament de tota la conca urbana del Torrent de l'Escletxa que hagi drenat per superfície. No només és el punt de vessament de tota la conca si que a més es tracta d'un punt baix relatiu respecte de l'entorn, raó per la qual es poden donar situacions d'entollament d'aigua.

A l'actualitat al vèrtex nord est de la plaça hi ha una reixa interceptora de grans dimensions on en ocasions s'han donat situacions de taponament de l'element drenant per restes que hi ha arribat arrossegades pel corrent superficial des de l'Avinguda Generalitat o des del carrer Sant Pau, que també hi fa cap.



Figura 53. Reixa interceptora, al fons els carrers Sant Pau (esquerre) i Av. Generalitat (dreta)

Segons el resultat del model hidràulic, el flux que arriba a la plaça per aquests carrers aportaria un volum total de 3.000 m³ amb un cabal punta de fins a 1'41 m³/s. Aquests valors, evidentment, no tenen en compte la implementació d'actuacions en punts aigües amunt de la conca que podrien fer-los disminuir.

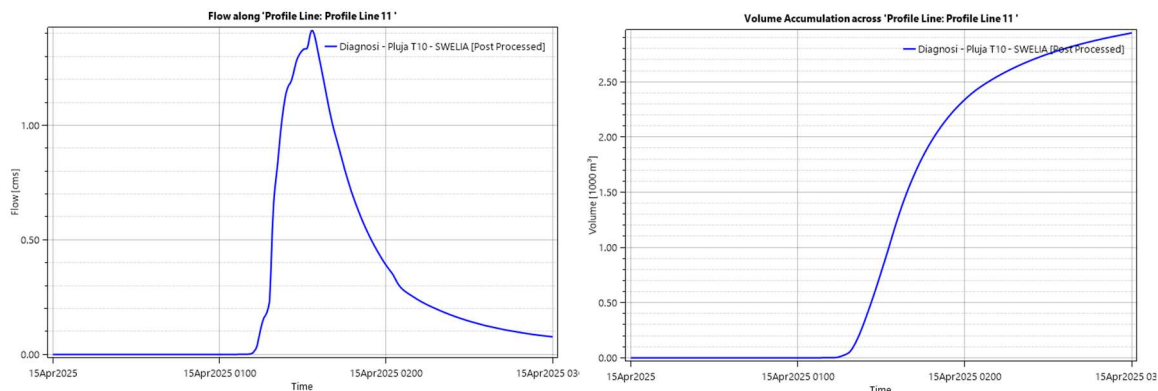


Figura 54. Hidrogrames de cabal i volum arribant a la plaça Josep Umbert Ventura

Per a aquesta localització la proposta es basa en la implementació de pavimentació drenant d'escorrentius i sistemes de retenció i/o infiltració a subsòl amb dipòsits de cel·les o bé evacuació cap a la galeria que discorre sota la plaça.

De nou es tracta d'elements de drenatge que requeriran d'un anàlisi detallat, especialment si s'executen altres propostes de drenatge aigües amunt de la conca que reduirien les aportacions d'escorrentius superficials a la plaça per una banda i en funció de la capacitat de infiltració del subsòl

de la plaça per l'altra. Ambdues circumstàncies són les que condicionaran l'elecció del millor mètode o sistema de drenatge i el seu dimensionament.

Estanqueïtat de finestrons baixos a la Plaça Josep Umbert Ventura.

A l'edifici que conforma el límit sud de la plaça hi ha uns finestrons que queden uns poc centímetres per sobre de la cota de vorera.



Figura 55. Finestrons baixos a edifici al sud de la plaça Josep Umbert Ventura

En situacions en les que s'acumuli aigua a la plaça, el seu nivell pot superar el llindar dels finestrons i accedir a l'interior de l'edificació amb els problemes de seguretat i conservació de l'interior dels habitatges que disposen d'aquests finestrons.

Per tant, seria recomanable que els tancaments d'aquests finestrons siguin estancs, si és que no ho són ja.

Senyalitzacions d'avertiment de perillositat i risc

En els carrers en els que s'ha identificat perillositats i riscos més elevats, i en aquells en els que s'emplacen equipaments municipals es altament recomanable la instal·lació de senyalització que adverteix del risc de transitar-hi quan s'estiguin esdevenint pluges o hi baixi esorrentiu superficial.

Els vials a on seria convenient implementar aquesta senyalització seria en: Av. de les Escoles, Plaça de l'Escletxa, carrer Roure Gros, baixada cap a Avinguda Generalitat, Avinguda Generalitat, plaça Josep Umbert Ventura, carrer Mossèn Josep Rosell i carrer Fonteta.

Tasques de manteniment a la galeria

Tant la xarxa de sanejament existent com moltes de les propostes exposades aporten els fluxos i cabals cap a la galeria existent.

Tot i que l'estimació de la capacitat hidràulica de la galeria permet preveure que té prou capacitat de transport per a que no es produeixin problemes de desbordament de manera freqüent, com que la implementació de mesures proposades faria augmentar els cabals de pluvials que hi circulen en l'actualitat es proposen les següents actuacions.

Retirada d'elements encallats.

En la visita de camp efectuada es van identificar algunes restes vegetals i materials encallades en la galeria. Tot i que la seva presència no suposa una reducció significativa de la capacitat de transport de la galeria, es recomana treure'ls per a evitar que esdevinguin elements que facilitin que altres restes hi quedin encallades.

Recol·locació de reixa de desbast

A la sortida de la cambra inicial de la galeria es va constatar com la reixa de desbast que hi havia s'ha desencaixat i es totalment inoperativa.



Figura 56. Reixa de desbast actual desencaixada

Aquest element, tot i que la galeria disposa d'una secció de pas suficient, evita que elements sòlid de grans dimensions hi accedeixin.

Per tant es recomana la recol·locació d'aquest element de desbast (amb retirada i neteja prèvia de l'element) o bé la seva retirada i substitució per una altra element de desbast nou.

Restitució de peu de parament vertical

En un petit tram de la galeria es va identificar com el flux circulant al llarg del temps a erosionat la part baixa del parament vertical de la galeria.



Figura 57. Erosió de peu de parament vertical

Aquesta situació es pot agreujar en el temps ja que descalça la connexió entre llosa de fons i parament vertical, i por provocar filtracions cap a l'exterior de la galeria amb conseqüències imprevisibles.

Per tant, en aquest tram es proposa la restitució de l'entrega entre parament vertical i solera de la galeria.

Sanejat puntual de paraments i revestiments.

En algunes trams aïllats s'ha identificat calcificació de paraments verticals i alguna disgregació del material del revestiment que, tot i que no suposen un risc urgent per a la capacitat i integritat de la galeria, sí que és convenient tenir en compte com a tasques de manteniment de la mateixa.

Es recomana efectuar una campanya de identificació i localització dels punts a on aquests fenòmens es produeixen. Les parts amb calcificació més acusada necessitaran d'un tractament específic per a retirar-les.

Els trams a on el material del revestiment tingui més facilitat en desprendre's caldrà dur a terme una campanya de sanejament del parament, amb retirada del revestiment i restitució amb morter que sigui adequat per a l'entorn i ambient al que es veurà exposat.

Campanyes de revisió i manteniment

Finalment, es recomana que s'implementi un calendari en el que un o dos cops l'any es dugui a terme una inspecció visual de l'interior de la galeria per a identificar possibles incidències i per a poder establir les tasques de manteniment necessàries.

Informació i alertes

La darrera de les mesures que es proposen no se centra en l'àmbit hidràulic ni en l'àmbit de la infraestructura de drenatge. La millor manera d'evitar situacions de risc per a les persones és que aquestes estiguin informades tant pel que fa al nivell d'exposició com pel que fa a quines accions han de prendre o evitar.

En aquest sentit es recomana que en aquelles finques particulars a on s'ha identificat un risc (accés deprimit posterior de la finca cantonera entre carrers Osona i Consell de Cent, i finca amb finestrons baixos a la Plaça Josep Umbert Ventura) s'informi als propietaris de la seva exposició a situacions de risc per a que implementin les mesures oportunes.

Per altra banda, als residents als habitatges o als usuaris d'equipaments que es troben en carrers a on els riscos identificats siguin alts, fer-los coneixedors d'aquesta circumstància.

Finalment, i juntament amb Protecció Civil, efectuar campanyes de sensibilització i informatives sobre els riscos identificats i sobre les accions que la població ha de prendre o evitar en cas de esdevenir-se situacions de circulació de flux superficial que suposin escenaris de risc per a la seguretat i integritat de les persones, així com la integració d'un sistema d'alerta a la població quan es donin les circumstàncies que poden comportar aquestes situacions de risc.

CONCLUSIONS

El present document s'ha dut a terme l'estudi hidrològic i de riscos d'inundabilitat de l'àmbit del Torrent de l'Escletxa a Sant Feliu de Codines, comarca del Vallés Oriental, amb l'objecte d'efectuar un anàlisi de detall de la seca conca en l'àmbit del nucli urbà de Sant Feliu de Codines, i analitzar els riscos d'inundabilitat de la població associats per a caracteritzar els possibles fenòmens d'inundació que puguin esdevenir-se i plantejar propostes de mesures o d'actuacions de defensa, protecció o reducció d'aquests riscos identificats.

El torrent es troba en l'actualitat canalitzat de manera soterrada per l'entramat urbà de Sant Feliu de Codines, de manera que la canalització adopta diferents tipologies i seccions: des de conduccions i calaixos des de capçalera fins a la Plaça de l'Escletxa fins a una galeria de secció variable des d'aquesta plaça fins a la desembocadura al Torrent de Can Bosc.

L'estudi s'ha basat en analitzar el comportament de la conca per a un escenari de pluges d'alta recurrència, com és l'escenari de 10 anys de període de retorn. Tant els calaix com la galeria presenten una secció amb prou capacitat per a admetre els cabals generats per aquest escenari recurrent.

A nivell hidrològic s'han identificat les subconques urbanes que composen la conca del torrent la qual es troba de manera majoritària ocupada per la zona urbana. A partir de les dades de precipitació del Servei Meteorològic de Catalunya s'ha definit un hietograma de precipitació. Per altra banda, l'estudi hidrològic també estableix la capacitat de generació d'escorrentius dels diferents tipus de superfície que es troben a la conca.

A nivell hidràulic s'ha dut a terme un model hidràulic de precipitació a partir del qual s'ha pogut identificar aquelles zones urbanes que poden veure's afectades per situacions de perillositat mitja i alta i de risc alts, les quals són: Av. de les Escoles, Plaça de l'Escletxa, carrer Roure Gros, baixada cap a Avinguda Generalitat, Avinguda Generalitat, plaça Josep Umbert Ventura, carrer Mossèn Josep Rosell i carrer Fonteta.

Amb objecte de reduir aquestes situacions de risc, es proposen i descriuen de manera general un seguit d'actuacions o mesures que es relacionen a continuació:

- Sistema de retenció i/o laminació a la parcel·la municipal existent al carrer de la Ronda dels Esports.
- Sistema de tancament estanc en l'accés deprimit per darrera de la finca cantonera entre els carrers Osona i Consell de Cent.
- Millora gestió d'escorrentius a la Plaça de l'Escletxa.

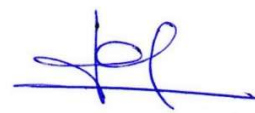
-
- Elements de captació transversals i xarxa d'evacuació al carrer del Roure Gros, al peu de la baixada des del carrer Roure Gros fins a l'Avinguda Generalitat i en la pròpia Avinguda Generalitat.
 - Sistema de infiltració/retenció/laminació a la plaça Josep Umbert Ventura.
 - Estanqueïtat de finestrons baixos a la plaça Josep Umbert Ventura.
 - Senyalitzacions d'avertiment de perillositat i risc en els carrers amb major incidència.
 - Tasques de manteniment a la galeria.
 - Informació i alertes.

Amb aquestes propostes es pretén reduir la circulació de flux superficial pels vials de l'entramat urbà, aprofitar millor la capacitat de transport i evacuació que tenen tant el calaix com la galeria existents, assegurar la seva correcta funcionalitat i manteniment, i tenir una població informada i preparada per fer front als escenaris de risc.

Les propostes, especialment les més tècniques i les que requereixen de la implementació de nous sistemes de drenatge, hauran de ser objecte d'un estudi detallat per a que siguin el més eficients, funcionals i efectives possible.

Maig 2025

L'autor de l'estudi



Jordi Oliveras Ferret
ETOP Col. N° 16.593